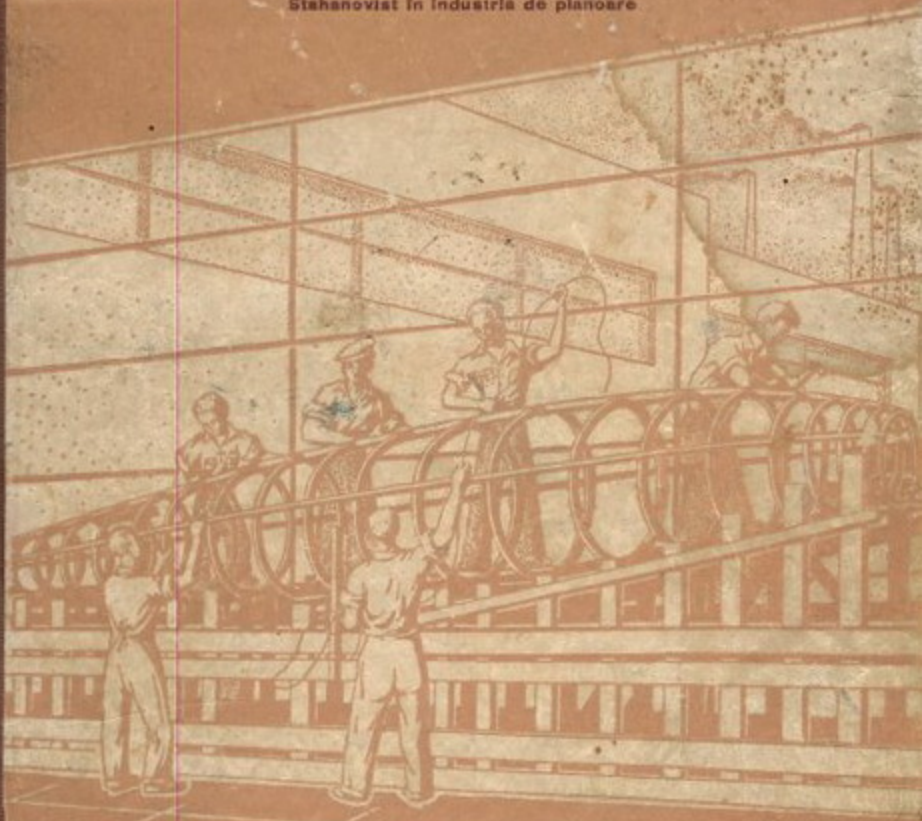
VLADIMIR NOVIȚCHI
Stahanovist în industria de planoare



# Construcții de planoare

EDITURA TEHNICĂ

## INTRODUCERE

Premisele ştiinţifice ale sborului au fost puse în jumătatea a doua a secolului trecut. In lucrările savanţilor ruşi, Lomonosov şi Mendeleev, se găsesc primele studii asupra plutirii corpurilor în aer. Prin cercetările ştiinţifice ale lui Jucovschi s'a precizat forma profilelor de aripă şi s'au stabilit o serie de legi care formează baza aerodinamicei. Acest mare savant, pe care Lenin l-a numit părintele aviaţiei ruse, a demonstrat teoretic şi totodată a confirmat practic posibilităţile sborului mecanic cu aparate de sburat mai grele decât aerul.

Primele aparate de sburat mai grele decât aerul au fost planoarele. In 1872, constructorul rus A. F. Mojaischi a realizat un planor celular de forma unui smeu uriaş. Cu acest planor el s'a înălţat în aer, lansat fiind cu o frânghie trasă de cai. Perfecţionând această construcţie, Mojaischi, ajutat de mecanicul Golubiev, a realizat primul planor cu aripile întinse ca ale pasărilor. Adaptând la acest planor un motor cu abur care acţiona o elice, ei au construit primul avion din lume, care a sburat în apropiere de Petersburg la 20 Iulie 1882.

Schema de construcţie a acestui prim avion monoplan, cu fuzelajul aerodinamic şi cu ampenaj, se apropie mult de forma constructivă modernă.

Un progres însemnat în concepţia şi în evoluţia construcţiei aviatice se datoreşte lui S. S. Nejdanovschi, care în jurul anului 1890, a făcut numeroase experienţe, cu planoarele construite de el. In baza acestor experienţe şi a calculelor teoretice, Najdanovschi a formulat condiţiile de stabilitate longitudinală şi laterală ale planorului şi a propus ataşarea stabilizatorului. El a rezolvat şi problema maniabilităţii laterale, prin mişcarea extremităţii aripelor (15 ani mai târziu această invenţie rusă a fost atribuită pe nedrept fraţilor Wright). La planoarele lui Nejdanovschi, elementele principale de aerodinamică şi de stabilitate erau calculate exact, atât pentru

unghiul de incidență al aripei și stabilizatorului, cât și pentru distanța dintre stabilizator și centrul de greutate al planorului. In această privință, Nejdanovschi și-a încheiat lucrările înaintea experimentatorului german Otto Lilienthal.

Sub îndrumarea lui N. E. Jucovschi, Nejdanovschi proiectează și începe construirea unui avion ușor și a unui planor, pe care însă nu le poate termina din lipsă de fonduri și de sprijin.

Drumul deschis de Mojaischi, Jucovschi, Nejdanovschi, Grigorevici, Terescenco, a fost continuat și de alți cercetători și constructori, cu toate greutățile pe care le întâmpinau din partea autorităților țariste.

Toate aceste lucrări și rezultate ale cercetătorilor ruși în domeniul aerodinamicei și al construcțiilor aeronautice au fost publicate, difuzate și uneori vândute de guvernanții țariști, fiind folosite apoi de cei pe care istoriografii burghezi îi consideră ca descoperitori ai aparatelor de sburat.

In Rusia, înainte de revoluția socialistă, aplicarea ideilor tehnice ale inovațiilor și invențiilor era frânată. Motivul îl constituia înapoierea economică a țării, capitalul străin de care depindea industria și conservatorismul guvernelor țariste care se ploconeau în fața științei și tehnicei occidentale.

Intr'o situație asemănătoare se găsea și țara noastră când, sub cârmuirea guvernelor burghezo-moșierești, aviatorul și constructorul român Aurel Vlaicu a trebuit să lupte cu ignoranța și cu lipsa totală de interes a guvernanților români dela experimentarea primului său planor tras de cai la Binținți și până la sborul peste munți în care s'a prăbușit. Abia azi, în regimul nostru de democrație populară s'au recunoscut meritele lui Aurel Vlaicu și el a fost ales academician post mortem.

Spre deosebire de situația în care se afla știința și tehnica rusă sub domnia țaristă, după Marea Revoluție Socialistă din Octombrie, partidul comunist bolșevic și guvernul U.R.S.S. au pus la temelia desvoltării științei și tehnicei sprijinul puternic al statului sovietic.

Pentru accelerarea progresului în domeniul aeronauticei, chiar în primii ani după Marea Revoluție Socialistă din Octombrie, din inițiativa lui Vladimir Ilici Lenin, s'a înființat Institutul Central de Aero-Hidrodinamică, din Moscova, sub conducerea lui Jucovschi. Acest Institut nu numai că și-a îndeplinit rolul de coordonator și îndrumător al tehnicei aviatice în U.R.S.S., dar și-a cucerit curând un renume mondial.

Sarcinile care au stat în fața constructorilor sovietici de avioane au fost grele, dar au fost îndeplinite cu cinste.



In construcția planoarelor, în anul 1924 — deci la începutul desvoltării ei ca ramură aviatică de sine stătătoare, constructorii sovietici au realizat aparate de concepție nouă. Astfel este aripa sburătoare, „Parabola", a lui Ceranovschi, prima din lume în acest gen; apoi planoarele lui Antonov, Policarpov, Iacovlev și alții, care au fost prezentate la concursul internațional de planorism ținut la Coctebel în Crimeea, în anul 1925.

In anii următori apar construcțiile S. 10, bilocul constructorului Seremetiev și o serie din ce în ce mai evoluată a planoarelor de performanță ale constructorilor Antonov și Gribovschi (Rotfront 4, 5, 6 și G 1). Ca planoare excepționale de performanță sunt construcțiile Rim 3 „Stahanoveț", concepute de Jemelianov, și planorul GN 7 evoluat din G 1. Cu aceste două tipuri de planoare, piloții sovietici dețin șapte recorduri mondiale de sbor fără motor.

După Marele Război de Apărare a Patriei, construcțiile de planoare au luat în U.R.S.S. un avânt și mai mare. Tipuri noi de planoare, având calități superioare de sbor și perfecționări constructive, au fost realizate de constructorii Ceranovschi, Antonov, Crâlov, Jemelianov și alții. Dintre acestea se remarcă aripa sburătoare total acrobatică a lui Ceranovschi, prima în lume în felul ei, prezentată în 1949 la parada aviației de pe un aerodrom din U.R.S.S., bilocul de mare performanță al lui Jemelianov 1950, monolocul de înaltă performanță A9 al lui Antonov, cu care, în Iunie 1951, planoriștа Ana Samoșadova a stabilit un nou record mondial feminin de distanță cu obiectiv fixat (361 km).

In domeniul planorismului de transport, constructorii sovietici au realizat planoare de mare tonaj, folosite pentru transporturi sanitare, de mărfuri, cisterne, etc., dintre care cele mai noi tipuri au fost proiectate de constructorii Lovocichin, Iacovlev și Țibin.

O situație nouă s'a creat și în țările de democrație populară, după eliberarea lor de sub jugul fascist. In timp ce până atunci și în materie de construcții aviatice erau tributare capitalului apusean și înrobite intereselor unor grupuri de exploatatori, astăzi, eliberate de aceste lanțuri, și-au deschis un drum nou.

Astfel s'a desvoltat aviația din lagărul păcii și al socialismului, și, concomitent, datorită regimului de democrație populară și ajutorului Uniunii Sovietice s'au creat condiții economice și tehnice pentru realizarea construcțiilor de noi aparate de sbor de concepție autohtonă. Remarcabile sunt

realizările constructorilor cehoslovaci, Zlin 25 „Sohaj I" LG 125 „Sohaj 2" iar ca planoare de performanță, LF 107 „Luniac" planor de performanță și acrobație, LG 30 „Cmotr" biloc de antrenament, etc.; deasemenea realizările în acest domeniu din R. P. Ungară, planoarele de performanță „R 22" „Futar" și „Junius 18", bilocul de antrenament „Koma" și noua construcție a unui planor executat complect din duraluminium de mare performanță și cu calități excepționale de sbor.



*CAPITOLUL I*

# NOȚIUNI GENERALE DESPRE SBOR ȘI REZISTENȚA MATERIALELOR FOLOSITE IN CONSTRUCȚIA PLANOARELOR

## A. NOȚIUNI DE FIZICĂ ȘI MECANICĂ A SBORULUI

### a) Sborul și aparatele de sburat

Prin cuvântul sbor se înțelege plutirea prin aer, indiferent de modul cum se realizează această plutire.

Astfel, se spune că „sboară" — frunzele mânate de vânt, păsările, avioanele, baloanele, dirijabilele, planoarele, etc.

Studiind natura, geniul omenesc a reușit să creeze, după exemplele acestea, cum și prin calcule și experiențe de laborator, aparate de sburat, bazate pe două principii diferite. Primele aparate de sburat, baloanele, erau mai ușoare decât aerul. Acestea la început erau umplute cu aer cald, iar mai târziu, cu gaze mai ușoare decât aerul, ajungându-se astfel la o formă perfecționată, modernă, de aerostate libere sau de dirijabile.

Al doilea fel de aparate de sburat sunt aparatele mai grele decât aerul. Din această categorie fac parte planoarele, avioanele, autogirele și helicopterele.

Plutirea tuturor aparatelor de sburat mai grele decât aerul se bazează, în principiu, pe rezistența pe care aerul o opune corpurilor în mișcare.

Pentru a folosi în condiții optime rezistența aerului, aparatele de sburat mai grele decât aerul sunt înzestrate cu aripe, care produc forțe purtătoare, când aceste aparate de sbor se mișcă cu viteză prin aer.

Pentru a obține viteza de mișcare prin aer, aceste aparate cu excepția planoarelor, sunt înzestrate cu un grup motopropulsor.

### *b*) Planorul și părțile lui componente

Planorul este un aparat de sburat mai greu decât aerul, care se deosebește de avion numai prin faptul că nu este echipat cu un grup motopropulsor. El obține viteza necesară sborului, deplasându-se prin aer într'o continuă coborîre (planare), pe o pantă, a cărei înclinare depinde, în cea mai mare măsură, de calitățile lui constructive.

Atât planorul, cât și avionul, sunt pilotate cu aceleași organe de comandă, putând executa, în principiu, aceleași evoluții de sbor.

Părțile principale ale unui planor sunt: (fig. 1) aripile sau planurile, ampenajele, fuzelajul și aterisorul.

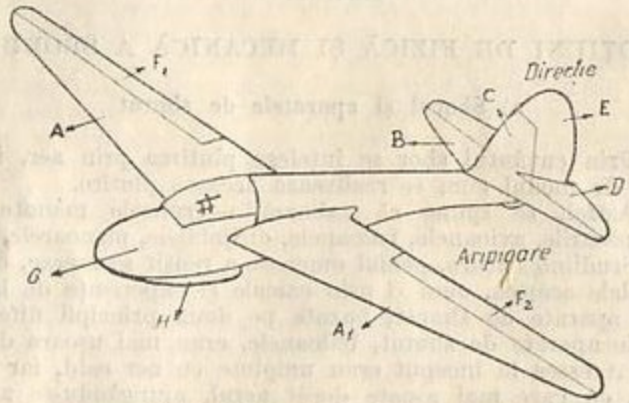



Fig. 1. Părțile principale ale unui planor.

Aripele $A$ și $A_1$ formează organul cel mai important al oricărui aparat de sburat mai greu decât aerul; ele au scopul de a purta întreaga greutate a aparatului în sbor. Spre deosebire de aripele păsărilor, aripele planorului sunt fixe.

Ampenajele sunt compuse din *părți fixe*, care echilibrează aparatul de sburat și din *părți mobile* sau cârme, care asigură conducerea aparatului în sbor.

Stabilizatorul $B$ (suprafața fixă orizontală) și deriva $C$ (suprafața fixă verticală) asigură echilibrarea dela sine a planorului în sbor, în cazul când o rafală de aer îi schimbă poziția normală.

Pentru conducerea planorului sau a avionului sunt necesare trei cârme:



*Profundorul* $D$ sau cârma de profunzime, care permite manevra de urcare și de coborîre, *direcția* $E$, care permite manevrele de întoarcere și de rotire și *aripioarele* (eleroanele) $F_1$ și $F_2$, dispuse la extremitatea aripelor, care permit înclinarea laterală. Toate aceste cârme (organe de comandă) sunt legate prin cabluri sau tije de oțel la comenzile pe care le mânuește pilotul.

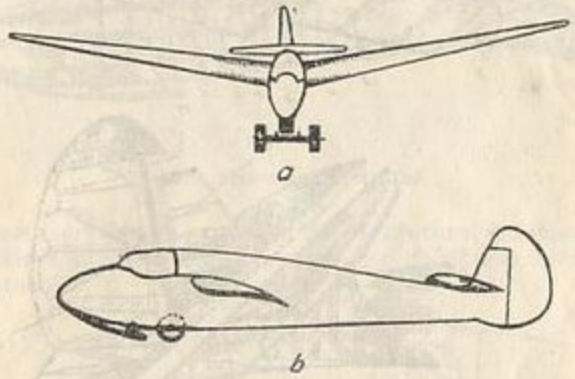



Fig. 2. Tren de aterisare:
*a* — largabil; *b* — cu roată centrală și patină.

*Fuzelajul* $G$, sau corpul planorului, are scopul de a adăposti pilotul și încărcătura; în interiorul lui sunt plasate aparatele de conducere și de control; de el sunt fixate aripele și ampenajele.

*Aterisorul* $H$ sau trenul de aterisare, suportă aparatul când se găsește pe pământ, fie în repaus, fie în mișcare de decolare și aterisare. El poate fi compus dintr'o patină de lemn sau din roți de cauciuc, tot sistemul fiind prins de fuselaj prin amortisoare.

La unele planoare trenul de aterisare este largabil, adică el poate fi aruncat după decolare (fig. 2, *a*). Alte planoare au o singură roată sub fuzelaj și patina construită din lemn (fig. 2, *b*).

Toate aceste părți principale sunt compuse dintr'o serie întreagă de elemente, care sunt construite la rândul lor dintr'un număr de piese simple. In fig. 3 este reprezentată schema de detaliu a unei aripe și a unui ampenaj.

Forma exterioară a acestora este dată de profilul unor *nervuri*, care sunt fixate pe piese rigide, numite longeroane; astfel sunt nervurile aripei *1*, nervurile aripioarei *2* şi longeroanele aripei *7*, longeroanele aripioarei *8*, apoi nervurile sta-

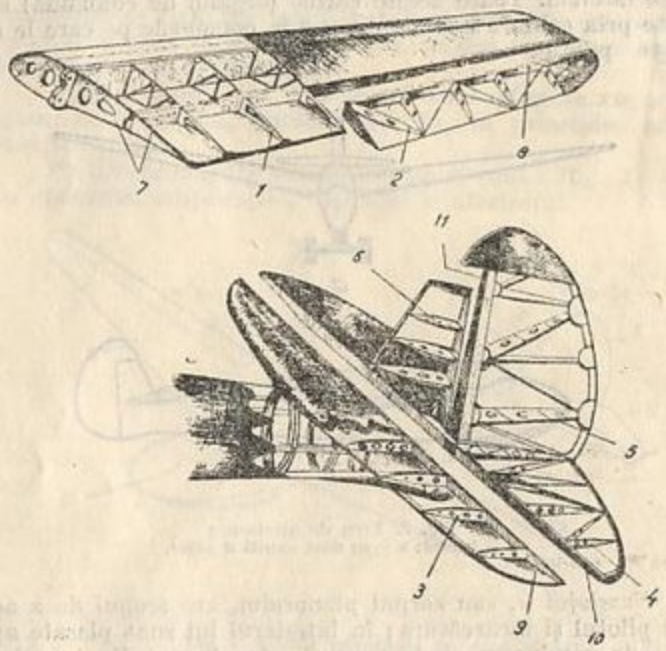



Fig. 3. Structura aripei şi a ampenajelor.

bilizatorului *3*, ale profundorului *4*, ale direcţiei *5* şi ale derivei *6*, fixate pe longeroanele acestora, respectiv *9*, *10* şi *11*.

*Fuzelajul* (fig. 4) este compus din panouri *1*, legate prin longeroane *2*. Acest schelet este învelit apoi în placaj *3*. In faţă se găseşte carlinga *4* cu postul de pilotaj, pe care se aşează capota *5*.

Pe longeronul de burtă al fuzelajului este fixat aterisorul, compus din patina *6*, legată prin amortisorul de cauciuc *7*. In bot se află declanşatorul *8* şi cârligul de lansare *9*, iar la spate, sub derivă, este bechia *10*, pe care se reazimă coada la aterisare.



Postul de pilotaj, cunoscut sub numele de *carlingă* este plasat deobicei în partea dinainte a fuzelajului.

In carlingă (fig. 5), pilotul manevrează comanda profundorului şi a eleroanelor cu ajutorul manşei *1*. Cârma de

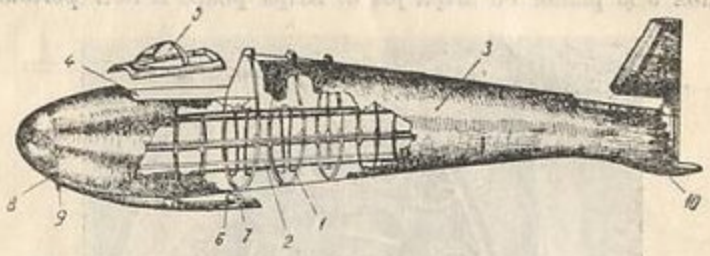



Fig. 4. Structura fuzelajului

direcţie este acţionată cu picioarele, cu ajutorul palonierului *2*. Desprinderea din cablul de remorcaj se face prin acţionarea declanşatorului *3*.

Fig. 5. Postul de pilotaj (carlinga).

In carlingă este montată, deasemenea, planşa cu aparatele de bord *4*. Diferitele manete de comandă pentru frâne, compensatorul, etc. şi aparatele de bord, a căror dispoziţie este reprezentată în fig. 6, diferă la fiecare tip de planor.

Planoarele se deosebesc între ele prin forma lor, prin dimensiunea şi amplasarea părţilor principale, prin numărul

de locuri și prin calitățile de zbor. Toate aceste caracteristice sunt determinate de destinația aparatului.

La amplasarea aripei pe fuzelaj se deosebesc trei tipuri (fig. 7), și anume: planor cu aripa sus *a*, planor cu aripa mediană *b* și planor cu aripa jos *d*. Aripa poate fi *liber portantă*

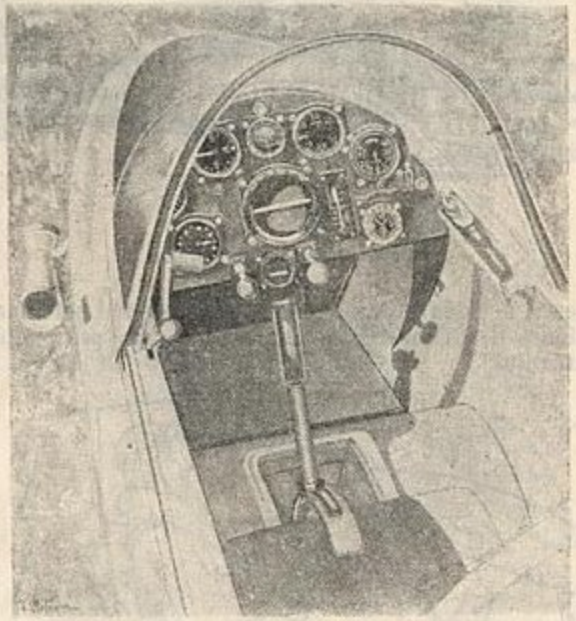


Fig. 6. Interiorul carlingei unui planor de performanță.

(*a*, *b* și *c*) sau întărită cu *montanți d*. Planoarele de școală de faza *I* au o construcție simplificată (fig. 8). Ele sunt complect deschise, fuzelajul este format dintr'un turn de ancorare *1*, prelungit cu un grilaj, la extremitatea căruia sunt montate ampenajele. Aripele sunt fixate prin cabluri de oțel *3*, iar grilajul este ancorat lateral, prin sârme de oțel *4*.

Aripa sburătoare (fig. 9) reprezintă o altă construcție de planor și de avion, realizată pentru prima dată în lume de constructorul sovietic B. Ceranovschi, sub formă de „parabolă" (fig. 9 în medalion sus). Acest planor sovietic a fost prezentat la concursul internațional dela Coctebel — Crimeea — în anul 1924. La parada aviației dela Moscova, din 1949, a



sburat un planor modern sovietic, acrobatic, de tipul aripei sburătoare (fig. 9), construit deasemenea de B. Ceranovschi. La acest tip de construcție, fuzelajul și ampenajul obișnuit nu există, astfel încât aripa trebue să îndeplinească și rolul acestora.

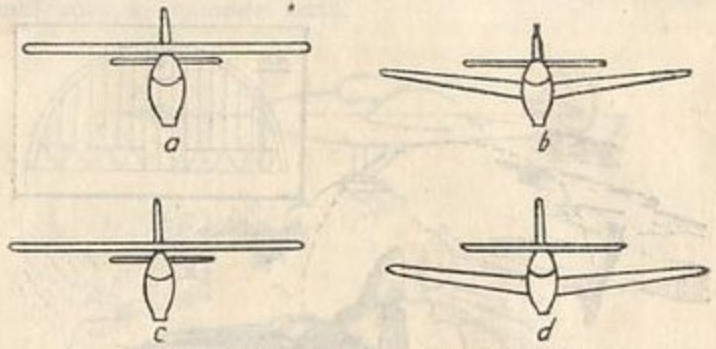



Fig. 7. Felul de așezare a aripelor pe fuzelaj.

Schema diferitelor tipuri de planoare diferă și din punctu de vedere al construcției elementelor ș a pieselor. Toată con

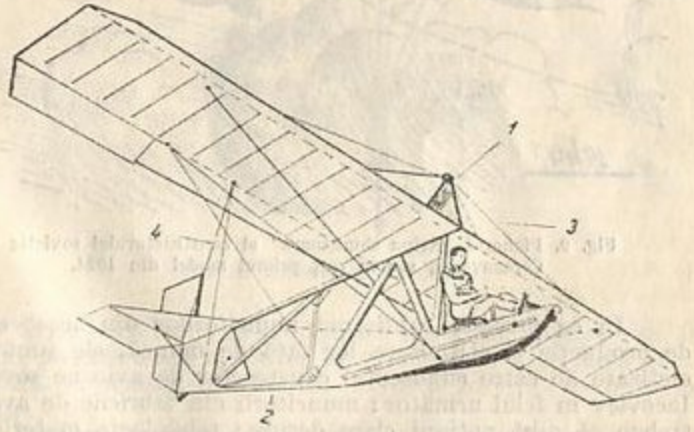



Fig. 8. Planorul de școală faza I.

strucția este bazată pe principiul de a fi, în același timp, ușor și rezistent, ceeace nu se poate realiza în practică decât prin

cunoașterea exactă a forțelor care se produc pe fiecare element al aparatului, la diversele evoluții de sbor.

Dela început, constructorul trebue să-și pună problema unei juste dimensionări la maximul de rezistență, pentru minimul de greutate al fiecărei piese în parte.

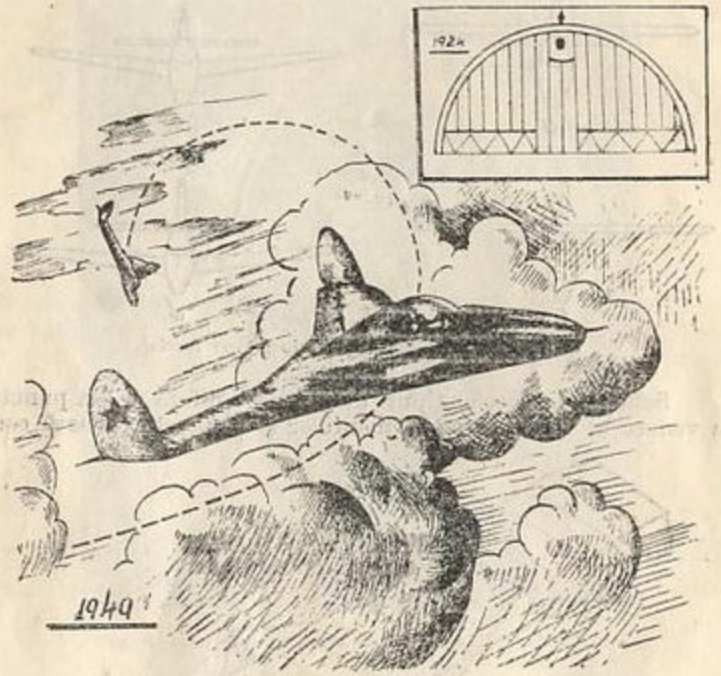



Fig. 9. Planorul „Aripa sburătoare" al constructorului sovietic Ceranovschi, sus în colț primul model din 1924.

In ce privește calificarea muncitorilor din acest sector de producție și atitudinea lor față de muncă, ele sunt concretizate de către cunoscutul constructor de avioane sovietice Iacovlev în felul următor: muncitorii din fabricile de avioane trebue să aibă noțiuni clare despre: tehnologia materialelor aviatice, eforturile pe care le suportă diferitele piese care se construesc, despre o execuție precisă a piesei după desen și trebue să fie conștienți că de calitatea construcției avionului este legată viața pilotului.



### c) Noțiuni elementare de mecanică

1. **Mecanica** este știința care se ocupă cu studiul mișcării corpurilor și-al cauzelor care produc această mișcare.

Cauza care schimbă starea de mișcare sau de repaus a unui corp se numește forță.

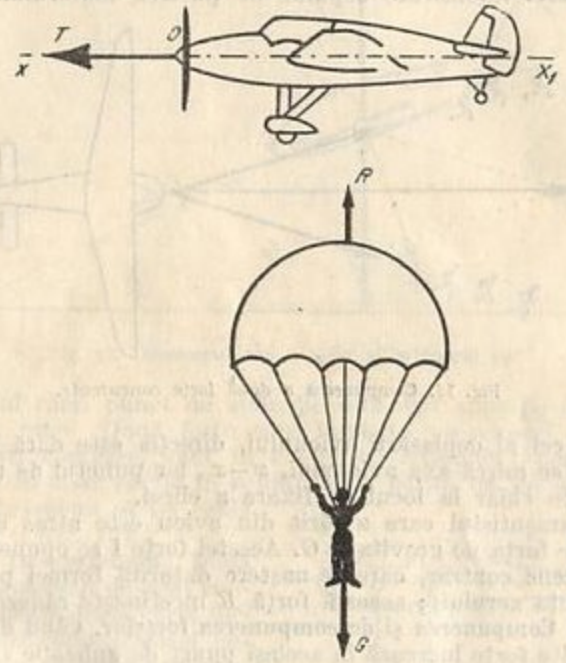



Fig. 10. Elementele unei forțe.

Orice corp tinde să-și păstreze starea de mișcare sau de repaus pe care o are în spațiu la un moment dat, până când o cauză exterioară o schimbă. Această însușire se numește inerție.

2. **Aerodinamica** este o parte a mecanicei care se ocupă numai cu forțele produse atunci când un corp se mișcă prin aer.

O forță se reprezintă grafic printr'un segment de dreaptă cu o săgeată la unul dintre capete (fig. 10). Această reprezentare grafică se numește *vector*.

Lungimea segmentului la scara respectivă reprezintă mărimea sau intensitatea forței. Cu cât segmentul este mai lung, cu atât forța este mai mare. Săgeata indică sensul în care lucrează forța. Linia pe care acționează forța într'un sens sau în altul se numește direcția forței. Punctul în care forța acționează asupra unui corp se numește punctul de aplicație al forței (fig. 10). Elicea unui avion produce o forță de tracțiune $T$, a cărei intensitate depinde de puterea motorului. Sensul

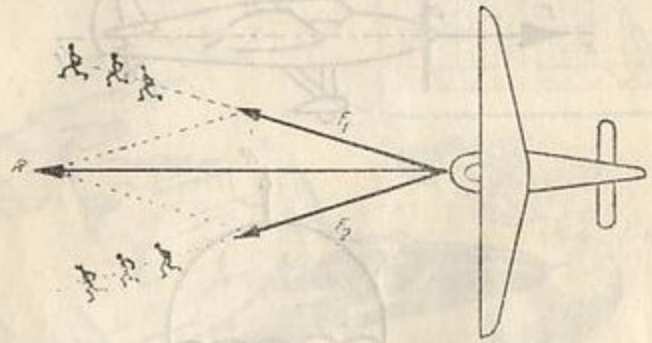



Fig. 11. Compunerea a două forțe concurente.

ei este cel al deplasării avionului, direcția este dată de linia pe care se mișcă axa avionului, $x—x_1$, iar punctul de aplicație „$O$" este chiar la locul de fixare a elicei.

Parașutistul care a sărit din avion este atras spre pământ de forța de gravitație $G$. Acestei forțe i se opune o forță $R$, de sens contrar, care ia naștere datorită formei parașutei (rezistența aerului); această forță $R$ încetinește căderea.

3. **Compunerea și descompunerea forțelor.** Când două sau mai multe forțe lucrează în același punct de aplicație sau când direcțiile lor trec prin același punct, ele se numesc *forțe concurente* — putând fi adunate — obținându-se ceeace se numește *rezultanta forțelor* (fig. 11). La lansarea planorului cu două frânghii de cauciuc (Sandow), trase de câte trei oameni, cele două forțe egale și concurente $F_1$ și $F_2$ dau naștere la rezultanta $R$ care are același efect ca și cele două forțe aplicate simultan — planorul va decola pe direcția rezultantei.

Se poate proceda și invers: orice forță se poate descompune în două forțe concurente (fig. 12); greutatea planorului $G$ în sbor se descompune în două componente $G_1$ și $G_2$, iar forța purtătoare $R_t$ se descompune în componentele $P$ și $R$.



Dacă mai multe forțe paralele au același sens, ele se adună și dau o rezultantă egală cu suma lor. Cum se poate vedea din fig. 13, greutățile diferitelor organe ale planorului dau rezultanta $G_t$, a cărei intensitate este egală cu suma greută-

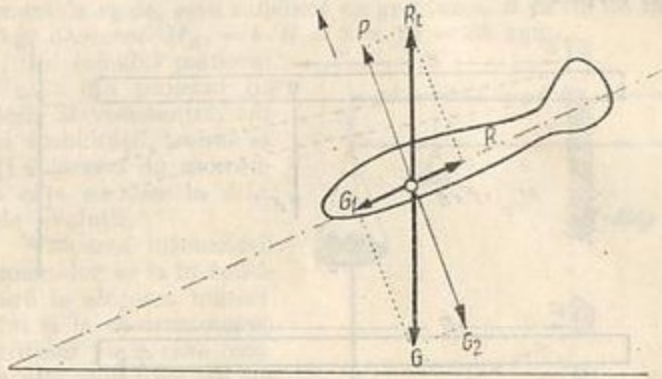



Fig. 12. Descompunerea forțelor și echilibrul lor.

ților și al cărei punct de aplicație este mai aproape de forța cea mai mare. Două forțe care lucrează pe aceeași direcție în sensuri contrare, sunt în echilibru. Exemplu: pentru ca planorul în sbor să fie în echilibru pe panta lui de coborire, forța $R_t$ trebue să fie egală cu forța $G$ (fig. 12).

4. **Despre cuplu.** Două forțe paralele și de sens contrar, aplicate unui corp, formează un cuplu. Sensul cuplului este dat de sensul mișcării de rotație pe care o produc forțele. Distanța dintre punctele de aplicație ale forțelor se numește *brațul cuplului*. Mărimea (intensitatea) unui cuplu este direct proporțională cu forța cuplului și cu brațul cuplului. Produsul dintre forță și brațul cuplului se numește *momentul cuplului*. In general, cauzele care produc sau împiedică mișcările de rotație se numesc cupluri.

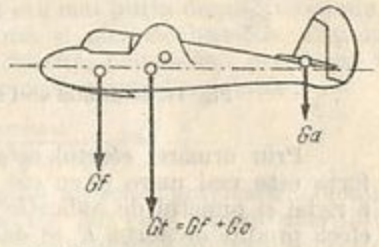



Fig. 13. Adunarea forțelor paralele.

5. **Momentul forței.** Dacă se fixează o riglă în punctul $O$ (fig. 14, $a$) și dacă se aplică la distanța $d$ o forță $F$, rigla se

va apleca până în dreptul semnului *1*. Aceeaşi forţă $F$, aplicată la o distanţă mai mare $D$ faţă de $O$ (fig. 14, *b*) face ca rigla să se aplece mai mult, de exemplu până în dreptul graduaţiei *3*. Acelaşi lucru s'ar produce şi în primul caz dacă s'ar mări forţa $F$.

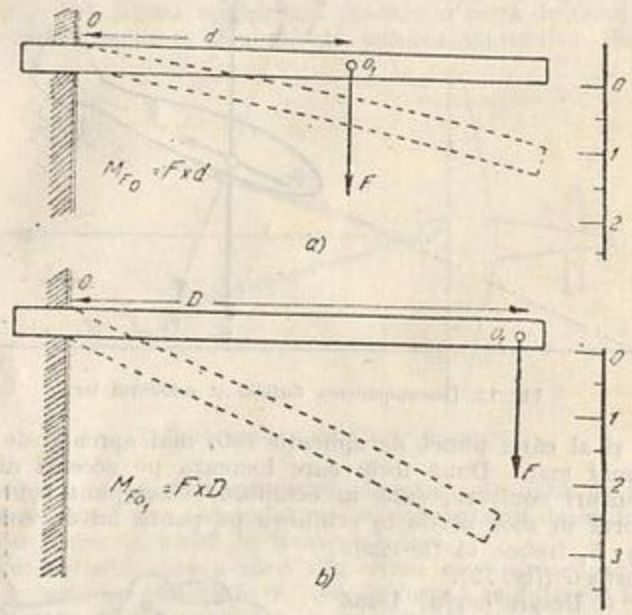



Fig. 14. Momentul unei forţe în raport cu un punct.

Prin urmare, efectul este cu atât mai puternic, cu cât forţa este mai mare şi cu cât distanţa dintre locul de fixare a riglei şi punctul de aplicaţie a forţei este mai lungă. Acest efect produs de forţa $F$ se datoreşte *momentului* forţei $F$, în raport cu punctul $O$. Valoarea momentului unei forţe, în raport cu un punct, este produsul dintre intensitatea forţei şi distanţa măsurată pe perpendiculara din punctul $O$ la direcţia forţei, adică $M_{F_0} = F \cdot D$ este mai mare decât $M_{F_1} = F \cdot d$ (fig. 14). Momentul unei forţe se defineşte şi ca produsul dintre forţă şi braţul de pârghie. In fig. 15 este reprezentată o pârghie; braţele pârghiei sunt $a = 1$ m şi $b = 3$ m. Dacă la extremitatea scurtă se aplică o forţă $A = 30$ kg, ea va da naştere la un moment în raport cu punctul $O$, $M_A = a \cdot A = 1 \times 30$ kg, care va răsturna pârghia în jos. Pentru ridicarea ei la orizontală, deci pentru echilibru va trebui să se aplice, la cealaltă extremitate, o forţă $B$. Deoarece însă braţul de pârghie $b$ are 3 m dela forţă până la punctul $O$, pentru a avea momentele egale, este suficient ca greutatea $B$ să fie de numai 10 kg, deoarece $M_B = b \cdot B = 3 \times 10 = 30$ kgm.



In calculul planorului, atât din punctul de vedere al rezistenţei, cât şi al stabilităţii, trebue să se ţină seamă de momentele care se nasc la diferitele evoluţii.

Valoarea intensităţii momentelor se ia în considerare la alegerea materialului şi la dimensionarea diferitelor piese care compun planorul. Acestea vor fi tratate mai pe larg în capitolul despre rezistenţa materialului.

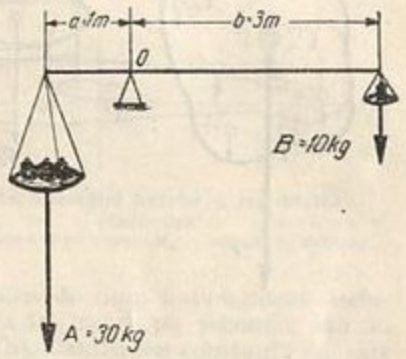



Fig. 15. Braţul de pârghie.

**6. Masa unui corp** este cantitatea de materie pe care o conţine volumul acelui corp. Acelaşi volum poate să conţină o masă mai mare sau mai mică, după cum materia din care este compus este mai mult sau mai puţin densă. Exemplu: două sfere egale, una de plumb şi alta de bumbac, deşi au volume egale, masa lor este diferită. Cunoscând greutatea $G$ a unui planor, se poate determina masa din relaţia:

$$M = \frac{G \text{ (greutatea)}}{g \text{ (acceleraţia gravitaţiei)}} = \frac{G}{9{,}81}.$$

Toate corpurile sunt supuse atracţiei gravitaţiei. Fiecare particulă din masa unui corp (fig. 16) este supusă unei forţe $G$, îndreptată spre centrul pământului. Rezultanta acestor forţe paralele este greutatea totală a corpului, $G_t \cdot (G_t = M \cdot g)$. Punctul ei de aplicaţie se numeşte *centrul de greutate* al corpului, iar direcţia ei este dată de direcţia firului cu plumb.

Centrul de greutate al unui planor este determinat de centrele de greutate ale tuturor părţilor lui componente (fig. 16).

**7. Stările de echilibru.** Un corp este în *echilibru stabil*, dacă deplasându-l, el tinde să revină în poziţia iniţială (fig.

17 *a*); în caz contrar, el este în *echilibru nestabil* (fig. 17 *b*). În cazul când corpul rămâne în echilibru, oricum l-am aşeza, se spune că este în echilibru indiferent (fig. 17 *c*).

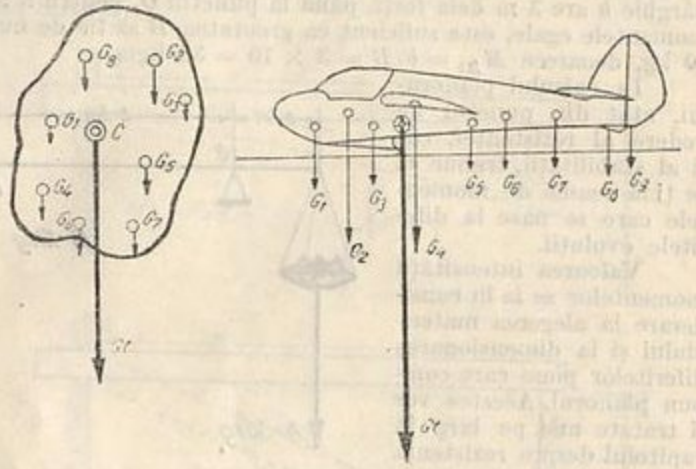



Fig. 16. Centrul de greutate.

Planorul este construit astfel, încât să fie în echilibru destul de stabil în timpul sborului. Pentru aceasta, momentul de răsturnare în jurul centrului de greutate al planorului trebue să fie egal cu momentul de stabilitate (fig. 18).

Fig. 17. Echilibrul corpurilor : *a* — stabil ; *b* — nestabil ; *c* — indiferent.

Prin *moment de răsturnare* (la planor) se înţelege produsul dintre forţa aerodinamică a aripei şi distanţa (braţul de pârghie) dintre punctul ei de aplicaţie la centrul de greutate al planorului. *Momentul de stabilitate* este produsul dintre forţa aerodinamică a ampenajului orizontal şi distanţa dela punctul ei de aplicaţie la centrul de greutate al planorului. Aceste forţe nu pot lua naştere decât atunci când planorul este în sbor.



Deci, momentul forţelor care se nasc pe aripă trebue să fie egal şi de sens contrar cu momentul forţelor care se produc pe ampenaj.

Orice corp care se află în stare de mişcare, adică îşi schimbă poziţia în spaţiu, se numeşte corp *mobil*. Drumul descris de centrul de greutate al mobilului se numeşte *traiectorie*. Când traiectoria unui mobil este o linie dreaptă, mişcarea se numeşte *mişcare rectilinie*, dacă este o linie curbă, mişcarea se numeşte *curbilinie*, iar dacă este cerc, mişcarea se numeşte *circulară*. Spaţiul parcurs în unitatea de timp indică *viteza mobilului*, deci viteza se va măsura în metri pe secundă sau în kilometri pe oră (m/s sau km/h). Cantitatea constantă cu care viteza creşte sau scade în fiecare secundă se numeşte *acceleraţie*. Acceleraţia se măsoară în metri pe secundă la pătrat. Valoarea acceleraţiei gravitaţiei este de 9,81 m/s².

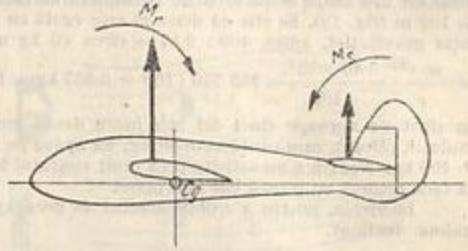



Fig. 18. Momentul forţelor şi stabilitatea planorului : $M_r$ — moment de răsturnare ; $M_s$ — moment de stabilitate.

8. **Forţă centrifugă.** Învârtind o piatră legată de o sfoară, simţim o forţă care tinde să îndepărteze piatra de centrul de rotire. Aceasta este *forţa centrifugă*. Mărimea forţei centrifuge este direct proporţională cu masa corpului şi cu pătratul vitezei corpului, şi invers proporţională cu *raza de rotire*. $F_c = \frac{m \cdot v^2}{r}$, în care $m$ este masa corpului, $v$ — viteza şi $r$ — raza de rotire. Un planor care trece din picaj la verticală, în sbor orizontal, execută o rotire cu o rază oarecare $r$. Această trecere se numeşte *resursă* (fig. 19). În timpul

Fig. 19. Forţa centrifugă în resursă : $r$ — raza resursei ; $Fc$ — forţa centrifugă ; $Tr$ — traiectoria.

resursei, asupra planorului acționează forța centrifugă. Efectele forței centrifuge sunt foarte puternice și solicită, atât aparatul, cât și pilotul.

*Exemplu*: un planor biloc are, în sbor, greutatea de 460 kg și viteza în picaj de 270 km/h = 75 m/s. Se presupune că raza resursei pe care o face este de 100 m (fig. 19). Se știe că masa $m$ este egală cu greutatea împărțită la accelerația gravitației, adică 460 : 9,81 = circa 46 kg masa, iar forța centrifugă = $= \frac{m \cdot v^2}{r} = \frac{46 \times 75^2}{100} = 255\ 750 : 100 = 2\ 557$ kgm. În concluzie, planorul suportă un efort de aproape cinci ori mai mare decât greutatea lui. În cursul acestei evoluții, pilotul, care cântărește 80 kg, va apăsa pe scaun cu o forță de 80 × 5 = = 400 kg. Pentru a nu solicita prea mult aparatul la vitezele mari, pilotul trebue să facă resursa cu o rază cât mai mare.

În viraje, pentru a anihila efectul de derapaj al forței centrifuge, planorul trebue înclinat.

**9. Lucrul mecanic și puterea.** Produsul dintre forță și deplasarea pe direcția forței se numește *lucru mecanic*. El se măsoară în kilogrammetri. Lucrul mecanic efectuat în unitatea de timp se numește *putere*. Se poate spune deasemenea că forța înmulțită cu viteza dă puterea. Ca unitate de măsură a puterii este *calul putere* „CP", care reprezintă puterea necesară pentru a ridica o greutate de 75 kg la înălțimea de un metru, în timp de o secundă.

Puterea maximă pe care o poate desvolta un om este de circa 0,7—0,8 CP; omul nu poate rezista însă la acest efort decât un timp foarte scurt (10—12 s). Un avion ușor de sport are nevoie de un motor care să poată desvolta circa 40 CP, ceeace reprezintă o putere de 40 × 75 = 3 000 kgm/s. Pentru a desvolta această putere timp de numai 12 s, ar fi nevoie de 50 de oameni. Un planor care cântărește în sbor 220 kg și care se presupune că în fiecare secundă coboară 0,7 m pentru a nu pierde înălțime, deci pentru a sbura orizontal după ce a fost lansat, are nevoie de o putere de 0,7 × 220 = 154 kgm/s, adică de 154 : 75 = circa 2 CP, ceeace reprezintă puterea musculară pe care o pot desvolta trei oameni. Din aceste exemple rezultă, matematic că sborul mecanic nu se poate realiza folosind forța musculară a omului.

### *d*) Rezistența aerului și mecanica sborului

Orice corp în mișcare întâmpină, din partea aerului, o rezistență care crește proporțional cu viteza mișcării. Observăm acest lucru, dacă scoatem mâna pe fereastra vagonului când trenul este în mers; același lucru se întâmplă și dacă



stăm pe loc când bate vântul (aerul se mișcă). Această rezistență se mărește odată cu suprafața care vine în contact cu aerul, depinzând însă, în foarte mare măsură și de forma corpului.

Tendința de a obține viteze din ce în ce mai mari a determinat studiul și utilizarea unor forme care opun un minim

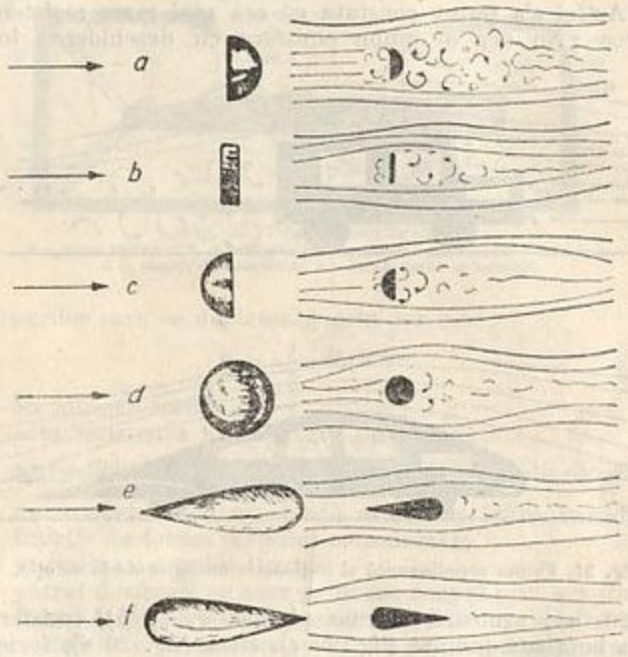



Fig. 20. Rezistența aerului la diferite forme de corpuri cu aceeași secțiune.

de rezistență la trecerea prin aer. Primele cercetări asupra mișcării corpurilor n fluide au fost făcute acum 60 de ani de marele savant rus N. E. Jucovschi. Știința care se ocupă cu problemele mișcării corpurilor în aer și ale forțelor care iau naștere se numește *aerodinamică*.

Dacă mișcăm prin aer mai multe corpuri care au în secțiune aceeași suprafață, însă sunt de formă diferită, rezistența pe care o vor întâmpina la înaintarea lor în aer va fi și ea di-

ferită. Același lucru se poate constata în experiența de laborator la tunelul aerodinamic. Aici corpurile stau pe loc într'un curent de aer de o intensitate anumită, reglabilă după voință. Rezultatul este același ca și în primul caz. Cu ajutorul aparatelor de măsură din tunelul aerodinamic se poate determina exact valoarea rezistenței pentru fiecare formă de corp în parte (fig. 20).

Astfel s'a putut constata că cea mai mare rezistență la trecerea prin aer o opune emisfera cu deschiderea înainte

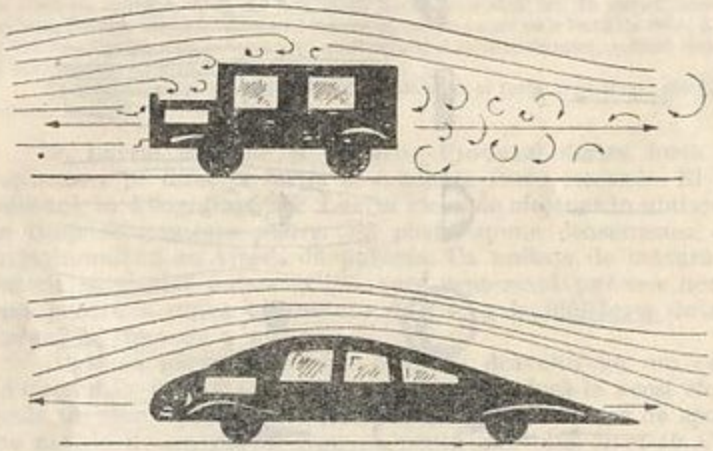


Fig. 21. Forma aerodinamică și mijloacele moderne de locomoție.

(fig. 20 *a*); urmează: forma plată (fig. 20 *b*), emisfera cu partea bombată înainte (fig. 20 *c*), sfera (fig. 20 *d*), forma de fus cu partea ascuțită înainte (fig. 20 *e*) și cea mai mică rezistență este opusă de forma de fus, cu partea îngroșată înainte (fig. 20 *f*); această formă se numește în tehnică forma *fuzelată* sau *aerodinamică*.

Observându-se drumul urmat de șuvițele de aer care înconjură corpurile în mișcare, s'a constatat că unei rezistențe mai mari, îi corespund vârtejuri mai pronunțate din spatele corpului (fig. 20). Vârtejurile produc o sugere care reține corpul în mișcare, iar formarea lor necesită un consum de energie pe care o consumă din puterea motorului care mișcă mobilul. Aceasta este cauza pentru care automobilul de tip vechi, în formă de cutie (fig. 21) deși avea un motor de 100 CP



nu putea atinge decât 80—100 km/h, pe când mașinile moderne, cu forma „aerodinamică", având un motor de aceeași putere, ating ușor 160—180 km/h. Această creștere de viteză s'a obținut efectiv dând mașinii o astfel de formă, încât să nu se mai formeze zone de vârtejuri.

Formula după care se calculează rezistența de înaintare

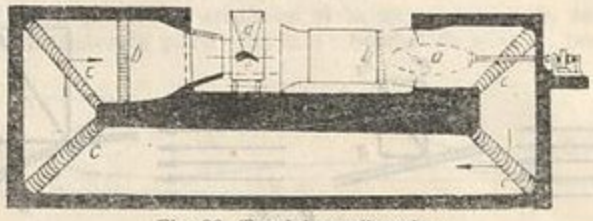


Fig. 22. Tunelul aerodinamic:
*a* — motor aspirator; *b* — redresoare pentru direcția curentului; *c* — deflectoare; *d* — cameră de măsurători; *e* — formă supusă la încercări.

a corpurilor care se deplasează prin aer este:

$$R = \frac{\rho}{2} \cdot K \cdot S \cdot v^2$$

In această formulă

$R$ este rezistența la înaintare (în kg/m²);

$\frac{\rho}{2}$ — un coeficient de viscozitate al aerului (cifră medie constantă);

$K$ — un coeficient de rezistență al formei (cifră variabilă în funcție de forma corpului considerat);

$S$ — suprafața corpului (în m²);

$v$ — pătratul vitezei cu care se mișcă corpul prin aer (în m/s).

Rezultă din această formulă că rezistența crește cu pătratul vitezei. Prin urmare, este foarte important ca toate părțile exterioare ale aparatelor de sbor să aibă o formă „aerodinamică", astfel încât coeficientul ($K$) să fie cât mai redus. Deasemenea rezultă necesitatea de a înlătura toate părțile care nu sunt absolut necesare pentru realizarea sborului, deoarece produc o creștere inutilă a rezistenței pasive. In special la construcția planoarelor de performanță cu calități excepționale de sbor, forma aerodinamică trebue studiată în amănunțime. Măsurarea exactă a valorii rezistenței aerului la diferitele forme de corpuri, ca și studiul forțelor aerodinamice, se efectuează cu ajutorul unor instalații numite tunele aerodinamice prin care aerul trece cu o viteză egală cu cea obținută de un aparat în sbor. Dimensiunile tunelelor aerodinamice (fig. 22) sunt foarte

diferite, variind dela cele mici de laborator, în care se fac încercările cu machetă redusă la scară, până la mărimi în care se încearcă avionul în mărime naturală.

Rezistența pe care o opun părțile aparatului care *nu au un rol activ* la crearea forțelor purtătoare se numesc *rezistențe pasive*. Astfel există rezistența opusă de cabluri, de roți,

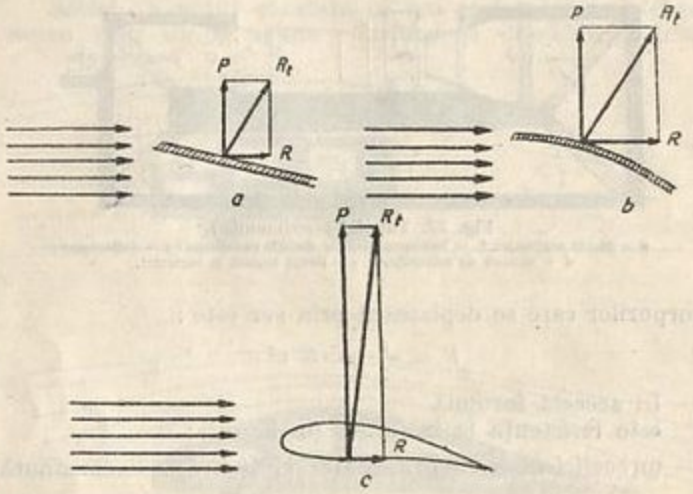



Fig. 23. Intensitatea forțelor aerodinamice la:
a — suprafață plană; b — suprafață curbă; c — profil.

de pârghii de comandă, de montanți, etc.

O suprafață plană, înclinată are tendința să se ridice (fig. 23, *a*), atunci când bate vântul. Rezistența aerului se poate descompune în două componente și anume: una verticală, care acționează în sus, numită *portanță sau sustentație* (*P*) și alta orizontală, care frânează înaintarea și se numește *rezistență la înaintare* (*R*).

Pentru sbor este important ca această componentă verticală — portanța — să fie cât mai mare, iar rezistența la înaintare, cât mai mică.

O suprafață curbă va da o portanță mai mare, dar și rezistența la înaintare va crește foarte mult (fig. 23, *b*). Prin studiile și cercetările efectuate, s'au găsit forme speciale, numite *profile* de aripă (fig. 23, *c*), care, pentru o portanță foarte mare, au o rezistență la înaintare foarte mică. Aceste profile



se utilizează în construcția suprafețelor purtătoare ale aparatelor de sburat.

Calitățile de sbor ale planorului se datoresc, în cea mai mare măsură, formei profilului de aripă. In construcție se va ține seama de exactitatea formei profilului. Profilele de aripă au forme foarte diferite, obținute practic prin măsurători, și utilizate dela caz la caz după calitățile lor.

La un profil de aripă ca și la aripa întreagă, se deosebesc următoaterele părți (fig. 24): bordul de atac *1*, bordul de

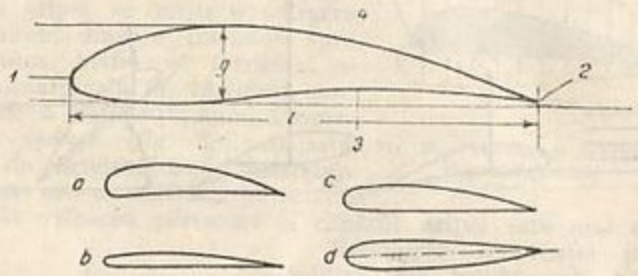



Fig. 24. Caracteristicele unui profil de aripă:
a, b, c și d — Tipuri de profile.

scurgere *2*, intradosul *3*, extradosul *4*, lățimea profilului sau profunzimea *g*. In această figură sunt reprezentate mai multe tipuri de profile și anume: *a* — profilul gros cu portanță mare și cu rezistență la înaintare mare; se va utiliza la construcția aparatelor care urmează să transporte greutăți mari; *b* — profilul subțire curb, cu portanță foarte bună și cu rezistența la înaintare mai mică decât acel dela punctul *a*; în schimb, fiind foarte subțire, este greu să se realizeze cu el o aripă liber portantă, suficient de rezistență, astfel încât se folosește la aripe care sunt ancorate (în special la tipuri vechi); *c* — profilul cu grosime medie — intradosul aproape plan — cu portanță bună și cu o rezistență la înaintare foarte mică, este unul dintre profilele des utilizate în construcțiile moderne; *d* — profilul simetric, cu o portanță foarte mică și cu rezistența la înaintare minimă. El se întrebuințează în construcția ampenajelor.

Unghiul sub care șuvițele de aer lovesc profilul ce înaintează în aer (unghiul $\alpha$ din fig. 25) se numește *unghi de atac*. Acest unghi are și el importanță din punct de vedere aerodinamic, și anume:

Cu cât profilul formează un unghi de atac mai mare față de șuvițele de aer (fig. 25), cu atât forțele aerodinamice cresc. La un unghi de atac mare, peste o anumită limită, portanța scade din nou, iar rezistența la înaintare crește foarte mult; aparatul își încetinește sborul și „se angajează" (cade).

Între diversele unghiuri de atac ale unui profil se va găsi totdeauna un unghi la care portanța cea mai mare este pentru rezistența la înaintare cea mai mică.

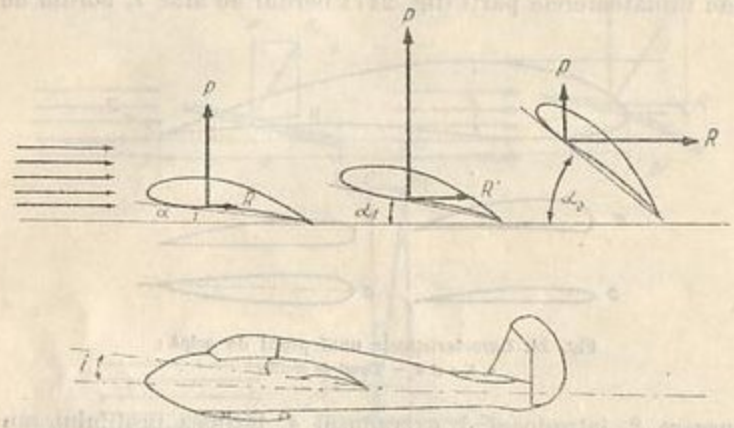



Fig. 25. Variația forțelor aerodinamice în funcție de unghiul de atac.

Dacă încă din construcție aripa va fi montată pe fuzelaj, astfel încât coarda profilului să formeze cu axa longitudinală a planorului tocmai acest unghi de atac — la care raportul dintre portanță și rezistența la înaintare este optimă (pentru profilul de aripă respectiv), atunci se va obține cu acel planor cel mai bun randament de sbor.

In construcție se procedează întocmai, adică aripa se montează la fuzelaj, astfel încât coarda profilului să formeze cu axa longitudinală a fuzelajului unghiul menționat mai sus. Acest unghi fix dat din construcție se numește „unghi de incidență" al aripei (unghiul *i* în fig. 25).

Prin experiențe s'a dovedit că în timpul sborului pe extradosul aripei se formează o depresiune (sugere) foarte puternică, iar pe intrados, o presiune mult mai joasă. Deci, forța purtătoare este dată, în cea mai mare măsură, de depresiunea care se produce pe extradosul aripei, așa cum este reprezentată în fig. 26.



Calitățile de sbor sunt legate și de forma aripei în întregime. Astfel, dintre cele patru tipuri de aripi (fig. 27), cele mai bune calități aerodinamice le are forma eliptică *d*; apoi cea trapezoidală *c*, cea rotunjită *b*, cea mai slabă fiind cea dreptunghiulară *a*.

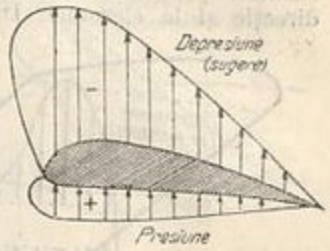



Fig. 26. Presiunea și depresiunea aerodinamică.

Explicația este următoarea: Datorită diferenței de presiune dintre extrados și intrados, la capătul aripei se naște o scurgere de curent dinspre intrados spre extrados. Astfel se formează o zonă marginală de vârtejuri, care produc o rezistență, numită *rezistența indusă* (fig. 28). Această zonă de vârtejuri (deci și rezistența indusă) este cu atât mai puternică cu cât valoarea portanței la capătul aripei este mai mare.

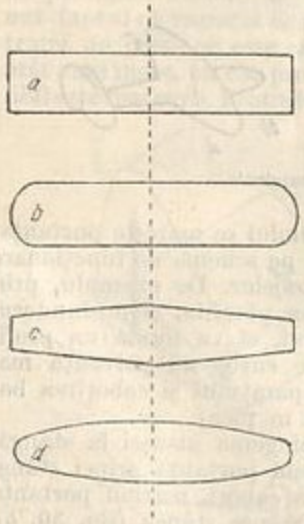



Fig. 27. Forma aripelor: a — dreptunghiulară; b — rotunjită la capete; c — trapezoidală; d — eliptică.

Reducerea rezistenței induse se obține prin următoarele metode aplicate în construcție:

— alungirea aripei (îngustarea) și rotunjirea extremității (fig. 27, *c* și *d* și fig. 28, *b*);

— răsucirea (torsionarea) progresivă a profilului spre extremitatea aripei, astfel încât să i se micșoreze unghiul de incidență, deci, și portanța; această operație este numită *torsionarea geometrică* a aripei (fig. 29, *a*);

— dispunerea spre extremitatea aripei a unui profil, ale cărui calități purtătoare sunt mai slabe (de exemplu profil simetric); această operație este numită *torsionare aerodinamică* (fig. 29, *b*).

Conturul aripei planoarelor (în special a celor de performanță) are o formă alungită față de lățime, astfel încât la extremitate să aibă o profunzime cât mai mică (fig. 27 *c* și *d*). La planoare, alungirea va fi totdeauna mai mare decât la avioane. Practic, prin *alungire* se înțelege raportul dintre lungimea și lățimea aripelor.

Stabilizatorul şi profundorul planorului formează împreună un profil simetric a cărui parte dinspre bordul de scurgere (profundorul) se poate mişca în sus şi în jos, schimbând astfel curbura profilului. Acelaşi sistem se aplică deasemenea la direcţie şi la eleroane. Din studiul practic al aerodinamicei

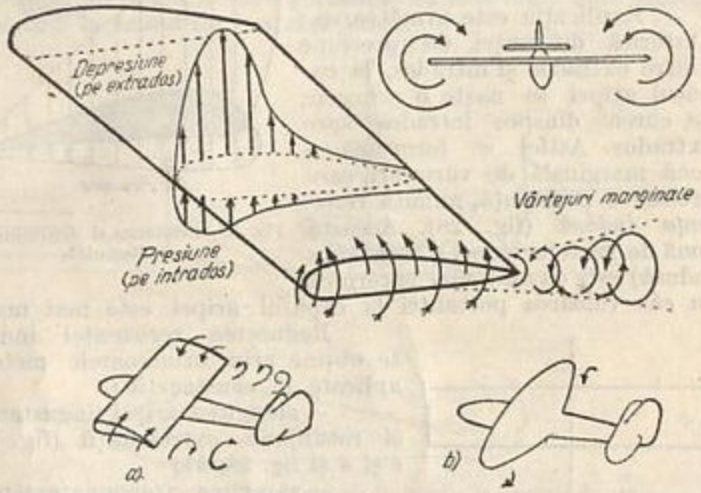



Fig. 28. Vârtejurile marginale.

se ştie că, prin mărirea curburii profilului se măreşte portanţa. Efectul urmărit este redat în fig. 30, pe schema de funcţionare a organelor de comandă şi a ampenajelor. De exemplu, prin împingerea manşei, cablul va acţiona pârghia, şi profundorul va coborî. Impreună cu stabilizatorul, el va forma un profil curb (fig. 30, *a*). Deoarece profilele curbe au portanţă mai mare, efectul va fi ridicarea cozii aparatului şi coborîrea botului, astfel încât planorul va intra în picaj.

In cazul aripioarelor, prin împingerea manşei la stânga, eleronul stâng se va ridica, micşorând portanţa aripei stângi şi, în acelaşi timp, eleronul drept va coborî, mărind portanţa aripei drepte; planorul se va înclina spre stânga (fig. 30, *b*). Impingând palonierul stâng, direcţia se va micşora spre stânga, producând acelaşi efect aerodinamic, care va roti planorul spre stânga (fig. 30, *c*).

Odată cu schimbarea unghiului de atac al unui profil de aripă, se mută şi punctul de aplicaţie al forţelor aerodinamice, numit *centrul de presiune* (fig. 31). Astfel, când unghiul de atac creşte, centrul de presiune se mută spre bordul de atac, iar când unghiul de atac scade, el trece spre bordul de scurgere. Această schimbare a centrului de presiune creează momente care au tendinţa de a schimba echilibrul de sbor.

Astfel, după cum pentru fiecare tip de profil există anumite valori ale portanţei şi ale rezistenţei la înaintare, în funcţie de unghiul de atac, tot astfel există valori şi pentru coeficientul de moment, care indică variaţia centrului de presiune. Trebue reţinut faptul că variaţia centrului de presiune este cu atât mai mare, cu cât profilul este mai curb. Profilele

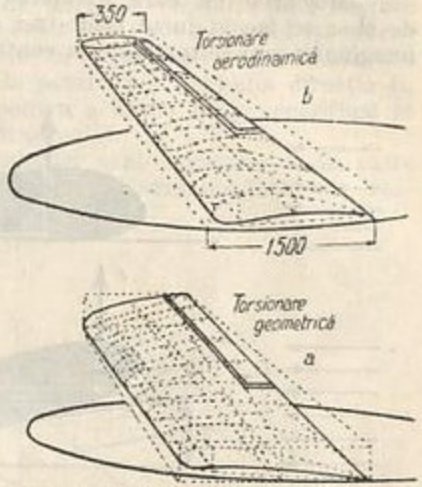



Fig. 29. Torsionarea geometrică şi aerodinamică a aripei.

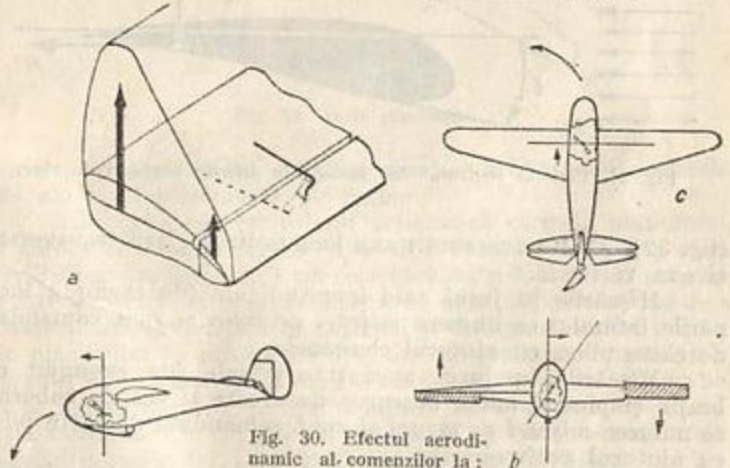



Fig. 30. Efectul aerodinamic al comenzilor la : *a* — profundor; *b* — aripioare; *c* — direcţie.

simetrice au centrul de presiune fix; deasemenea profilele

*autostabile* adică profile care au curbură mare, însă bordul de scurgere este ridicat, întregul profil având formă de „S".

Mişcările pe care le efectuează planorul în evoluţiile de sbor se fac în jurul celor trei *axe de simetrie* — nişte linii imaginare care se întretaie în centrul de greutate al aparatului

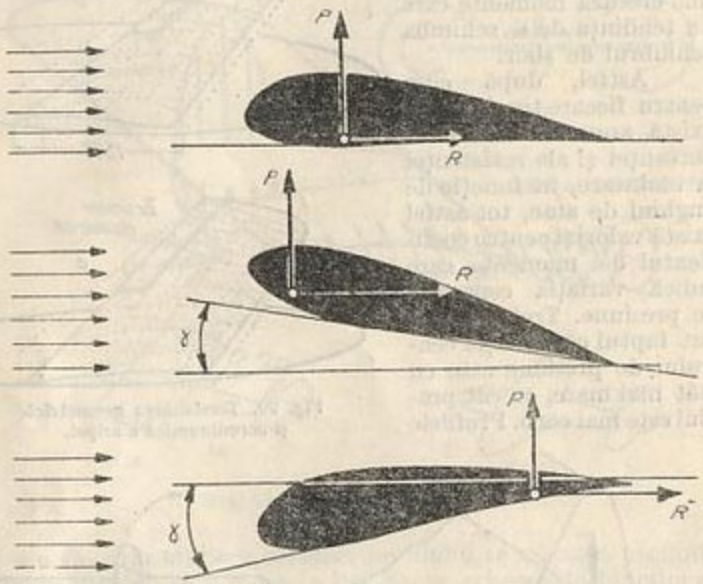



Fig. 31. Variaţia centrului de presiune la diferite unghiuri de atac.

(fig. 32). Aceste axe sunt : axa longitudinală, axa transversală şi axa verticală.

Mişcările în jurul axei longitudinale (de exemplu înclinările laterale) se numesc *mişcări de ruliu* şi sunt comandate de către pilot, cu ajutorul eleroanelor.

Mişcările în jurul axei transversale (de exemplu cabrajul şi picajul adică mişcarea de urcare şi cea de coborîre) se numesc *mişcări de tangaj* şi sunt comandate de către pilot, cu ajutorul profundorului.

Mişcările în jurul axei verticale (de exemplu mişcările de schimbare de direcţie) se numesc *mişcări de laseu* şi sunt comandate de către pilot, cu ajutorul direcţiei.



Aceste mişcări pot fi efectuate fiecare separat sau combinate. De exemplu : figura acrobatică *looping* (roata, darea peste cap) comportă numai mişcarea în jurul axei transversale. In schimb, una dintre evoluţiile normale, virajul, este o mişcare combinată simultan în jurul celor trei axe : planorul îşi accentuează panta, deci o mişcare în jurul axei transversale, se roteşte în jurul axei verticale pentru a-şi schimba direcţia şi, în acelaşi timp, se înclină pentru a anula forţa centrifugă (o mişcare în jurul axei longitudinale).

In principiu, aceste mişcări sunt comandate de către pilot, iar uşurinţa în efectuarea lor şi armonia între ele, rea-

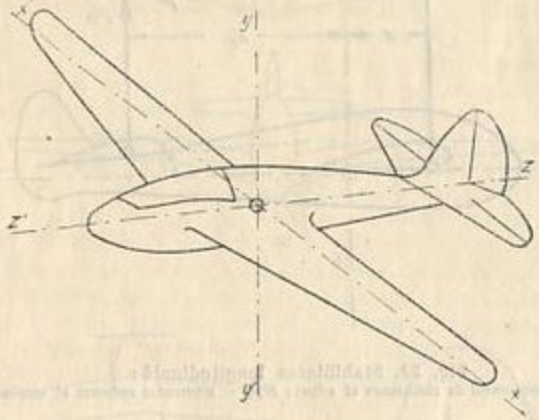



Fig. 32. Axele planorului.

lizate prin construcţie, caracterizează calităţile de *maniabilitate* ale tipului respectiv de planor.

Atât timp cât pilotul nu acţionează cârmele planorului, ar trebui să rămână perfect în poziţia normală de sbor planat. Aerul liber din atmosferă nu este însă liniştit ca într'o cameră, ci este în continuă mişcare. Mişcările aerului au tendinţa de a scoate planorul din poziţia normală şi determină asftel mişcări ale planorului în jurul celor trei axe de simetrie, mişcări care nu sunt comandate de pilot. De data aceasta pilotul va trebui să acţioneze cârmele pentru a aduce din nou planorul în poziţia normală. Cu cât pilotul va trebui să execute mai multe mişcări de acest fel, cu atât sborul este mai obositor.

Pentru a evita acest lucru, este recomandabil ca, afară de calităţile de *maniabilitate*, planorul să aibă şi calităţi de

*stabilitate*. Prin aceasta se înțelege calitatea pe care o are planorul (cu comenzile ținute la poziția pilotului) de a reveni singur (fără vreo intervenție din partea pilotului) în poziția normală de sbor, când este scos din această poziție de diferite cauze exterioare. Această revenire este deci automată și este determinată de anumite măsuri constructive.

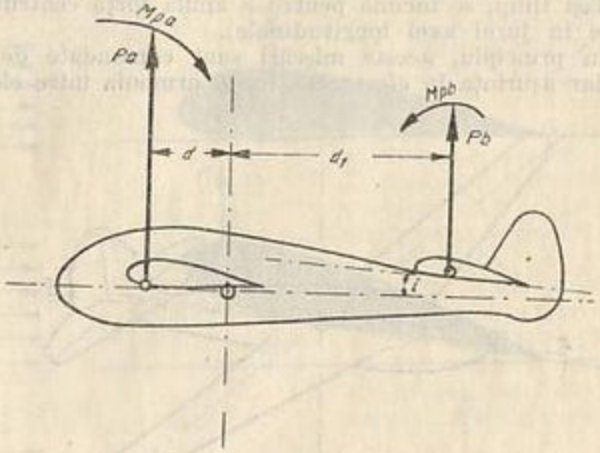



Fig. 33. Stabilitatea longitudinală:
*Mpa* — momentul de răsturnare al aripei; *Mpb* — momentul redresor al ampenajului.

Există planoare atât de *stabile*, încât, din orice poziție anormală (de exemplu cabrat pe spate), dacă pilotul ține comenzile *la mijloc* sau chiar dacă dă drumul complect la comenzi, planorul revine singur în poziția normală de sbor (trecând bineînțeles printr'o serie de mișcări de revenire). Dimpotrivă, alte planoare — dacă sunt scoase din poziția normală de sbor și pilotul nu intervine, ele își accentuează sborul anormal, ajungând repede în poziții critice. Astfel de planoare sunt *nestabile* și sunt pretențioase și obositoare la pilotaj.

*Stabilitatea* este deci și ea una dintre calitățile importante de care trebue să țină seamă constructorul și este recomandabil ca și acesta să fie armonios îmbinată în privința mișcărilor în jurul tuturor axelor $x-x'$, $y-y'$, $z-z'$ (fig. 32). In același timp însă se va evita ca prin măsurile constructive, care asigură calități de stabilitate, să se dăuneze calităților



de *maniabilitate*. Realizarea acestui compromis pune pe constructor în fața unor probleme destul de complicate când face studiul prototipului.

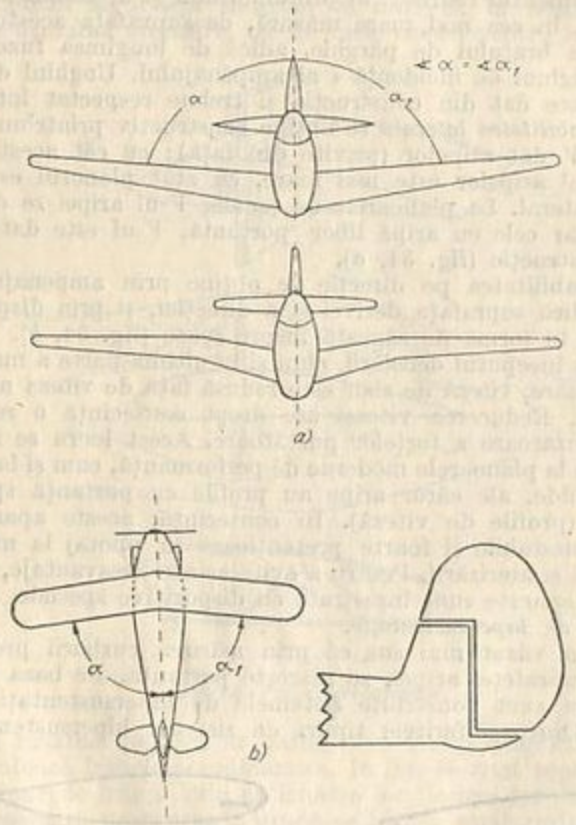



Fig. 34. Stabilitatea laterală și pe direcție:
a — aripe cu unghi diedru dat din construcție; b — săgeata aripei și suprafața ampenajului vertical.

Maniabilitatea planorului se obține printr'o dimensionare justă a tuturor cârmelor.

*Stabilitatea longitudinală* este asigurată prin suprafața purtătoare a ampenajului orizontal. Momentul forței purtătoare a aripei trebue să fie egal cu momentul forței purtătoare

a stabilizatorului şi a profundorului în raport cu centrul de greutate al planorului. Adică în fig. 33 $Mpa = Mpb$ (sau $Pa\ d = Pb\ d_1$).

Momentul redresor al profundorului şi al stabilizatorului depinde, în cea mai mare măsură, de suprafaţa acestora, de lungimea braţului de pârghie, adică de lungimea fuzelajului şi de unghiul de incidenţă $i$ al ampenajului. Unghiul de incidenţă este dat din construcţie şi trebue respectat întocmai.

*Stabilitatea laterală* se obţine constructiv printr'un unghi diedru $V$ dat aripelor (privite din faţă); cu cât acest unghi diedru al aripelor este mai mare, cu atât planorul este mai stabil lateral. La planoarele de şcoală, $V$-ul aripei se dă prin reglaj, iar cele cu aripă liber portantă, $V$-ul este dat direct din construcţie (fig. 34, *a*).

Stabilitatea pe direcţie se obţine prin ampenajul vertical, adică suprafaţa derivei şi a direcţiei, şi prin dispunerea aripelor în formă de săgeată înspre spate (fig. 34, *b*).

La începutul decolării, cum şi în ultima parte a manevrei de aterizare, viteza de sbor este redusă faţă de viteza normală de sbor. Reducerea vitezei are drept consecinţă o reducere corespunzătoare a forţelor purtătoare. Acest lucru se resimte mai ales la planoarele moderne de performanţă, cum şi la avioanele rapide, ale căror aripe au profile cu portanţă specifică redusă (profile de viteză). In consecinţă, aceste aparate ar deveni nestabile şi foarte pretenţioase în pilotaj la manevra decolării şi aterizării. Pentru a evita aceste desavantaje, aripele acestor aparate sunt înzestrate cu dispozitive speciale, numite *sisteme de hipersustentaţie*.

S'a văzut mai sus, că prin mărirea curburii profilului, sau a suprafeţei aripei, se măreşte portanţa. Pe baza acestui principiu sunt construite sistemele de hipersustentaţie obişnuite. Dintre diferitele tipuri de sisteme hipersustentatoare

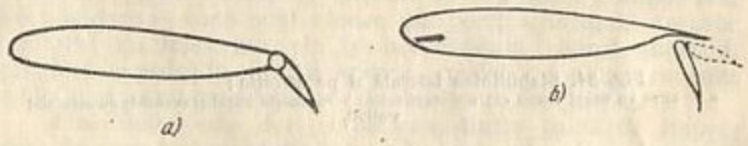



Fig. 35. Sisteme de hipersustentaţie.

existente, la planoare se utilizează (fig. 35) : 1) *voleţii de curbură* (fig. 35, *a*) aşezaţi spre bordul de scurgere al aripei, funcţionând ca şi o aripioară, prin a căror coborire se obţine mărirea curburii



profilului de aripă; 2) *voleţii de intrados* (fig. 35, *b*), fixaţi pe intradosul aripei care permit o mărire a curburii, iar prin alunecarea lor spre bordul de scurgere măresc totodată şi suprafaţa aripei.

Pentru siguranţa sborului în nori şi, în acelaşi timp pentru uşurarea aterisării, iar în unele cazuri pentru reducerea

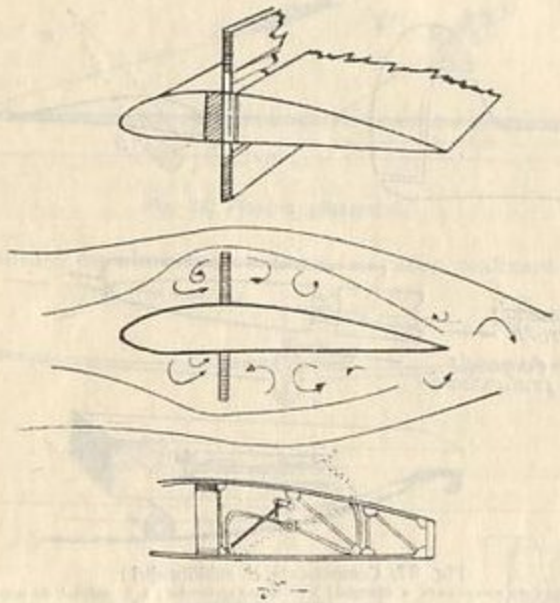


Fig. 36. Frâne aerodinamice.

vitezei maxime pe care ar putea să o atingă planorul, se întrebuinţează frânele aerodinamice. In fig. 36 sunt reprezentate două tipuri de frână. Prin acţionarea lor (ieşirea lor din aripă), se micşorează portanţa, mărindu-se foarte mult rezistenţa la înaintare.

Compensarea presiunii comenzilor este mai puţin utilizată la planoare decât la avioane, totuşi ea se foloseşte la unele construcţii. Această compensare (uşurare) a presiunii pe comenzile manevrate de pilot se obţine prin suprafeţe de compensare (fig. 37 *a* şi *b*). Suprafeţele de compensare dau naştere unui moment în jurul balamalelor cârmei respective, care compensează momentul cârmei.

La diferența de încărcătură a planorului se produce o schimbare a centrului de greutate, care desechilibrează aparatul. Pentru echilibrarea în sbor la extremitatea profundorului se întrebuințează o mică suprafață mobilă, comandată de pilot, numită *volet de compensare* (flettner) (fig. 37, *c*). Cu ajutorul

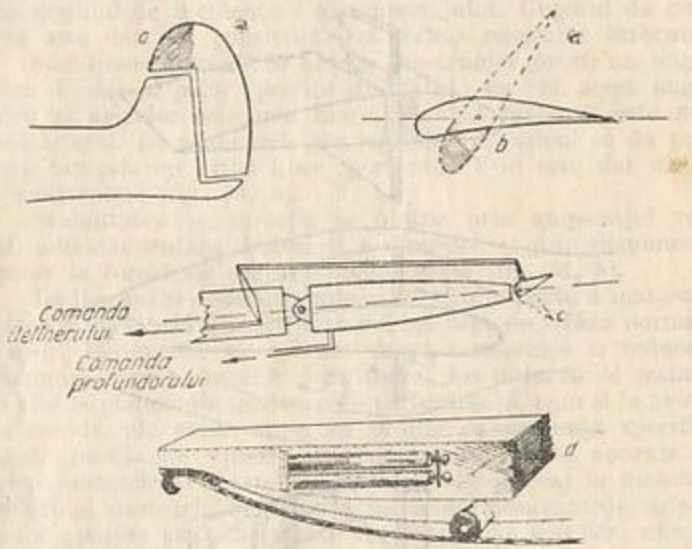



Fig. 37. Compensare și echilibrajul:
*a* — suprafața de compensare a direcției; *b* — a profundorului; *c* — voletul de compensare; *d* — echilibraj cu greutăți.

flettnerului se poate muta centrul de greutate al planorului fie spre bot, fie spre coadă. Acțiunea lui este, în mic, aceeași ca și a unui profundor.

La planoarele de școală în timpul instrucției, și la amplasarea justă a centrului de greutate al unui planor în timpul fabricației, pentru echilibrare se utilizează greutăți, prinse prin dispozitive speciale în fața sau în spate la fuzelaj, după cum aparatul are coada grea sau botul greu (fig. 37, *d*).

Calitățile de sbor diferă la fiecare tip de planor, iar prin diferențierea calităților și a dimensiunilor se deosebesc tipurile de planoare.

Planorul de școală trebue să aibă calități de sbor mai slabe — tocmai prin faptul că este construit pentru instructaj —



și, în același timp, trebue să fie mai ieftin, deci cu o construcție mai simplă. Din contra, planoarele de performanță trebue să

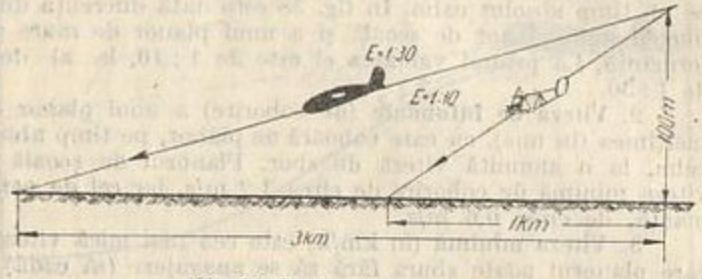



Fig. 38. Finețea planorului.

aibă calități de sbor foarte bune, a căror realizare necesită

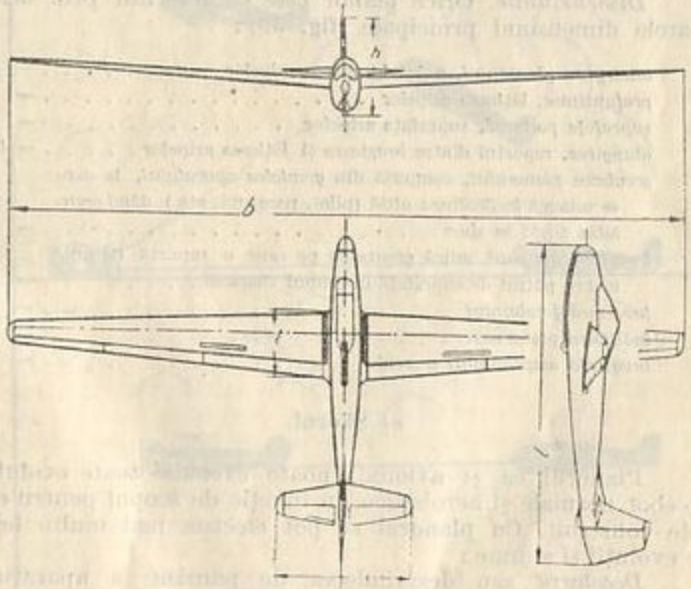



Fig. 39.. Dimsnsiunile constructive ale unui planor.

dispozitive și materiale de lucru mult mai costisitoare, iar pilotarea lor este mult mai pretențioasă.

Se deosebesc următoarele calități de sbor mai importante:

1. **Finețea planorului**, definită practic ca raportul cel mai bun dintre înălțimea pierdută și distanța parcursă de un planor pe un timp absolut calm. In fig. 38 este dată diferența dintre finețea unui planor de școală și a unui planor de mare performanță. La primul valoarea ei este de 1 : 10, la al doilea de 1 : 30.

2. **Viteza de înfundare** (de coborîre) a unui planor este înălțimea (în m/s), cu care coboară un planor, pe timp absolut calm, la o anumită viteză de sbor. Planorul de școală are viteza minimă de coborîre de circa 1,2 m/s, iar cel de performanță, de circa 0,6 m/s.

3. **Viteza minimă** (în km/h) este cea mai mică viteză la care planorul poate sbura fără să se anagajeze (să cadă).

4. **Viteza maximă admisă** (în km/h) este viteza cea mai mare pe care o suportă planorul fără să existe pericol de rupere.

*Dimensiunile.* Orice planor este caracterizat prin următoarele dimensiuni principale (fig. 39):

| | |
|---|---|
| *anvergura planorului*, adică lungimea aripelor . . . . . = | *b*; |
| *profunzimea*, lățimea aripelor . . . . . = | *t*; |
| *suprafața portantă*, suprafața aripelor . . . . . = | *S*; |
| *alungirea*, raportul dintre lungimea și lățimea aripelor . . . . . = | *b* : *t*; |
| *greutatea planorului*, compusă din *greutatea aparatului*, la care se adaugă *încărcătura utilă* (pilot, parașută, etc.), dând *greutatea totală* în sbor . . . . . = | *G*; |
| *încărcătura pe* m², adică greutatea pe care o suportă fiecare metru pătrat de suprafață în timpul sborului . . . . . = | *G*:*S* |
| *lungimea fuzelajului* . . . . . = | *l*; |
| *înălțimea planorului* . . . . . = | *h*; |
| *lungimea ampenajului orizontal* . . . . . = | *i* |

### c) Sborul.

Planorul ca și avionul, poate executa toate evoluțiile de sbor normale și acrobatice, în funcție de scopul pentru care este construit. Cu planorul se pot efectua mai multe feluri de evoluții și anume:

*Decolarea* sau desprinderea de pământ a aparatului. Avionul se desprinde datorită vitezei obținute din tracțiunea elicei care este acționată de motor, iar avioanele moderne, prin reacție. Planorul trebue însă ajutat. Una dintre cele mai simple metode de decolare a planorului este catapultarea lui de pe



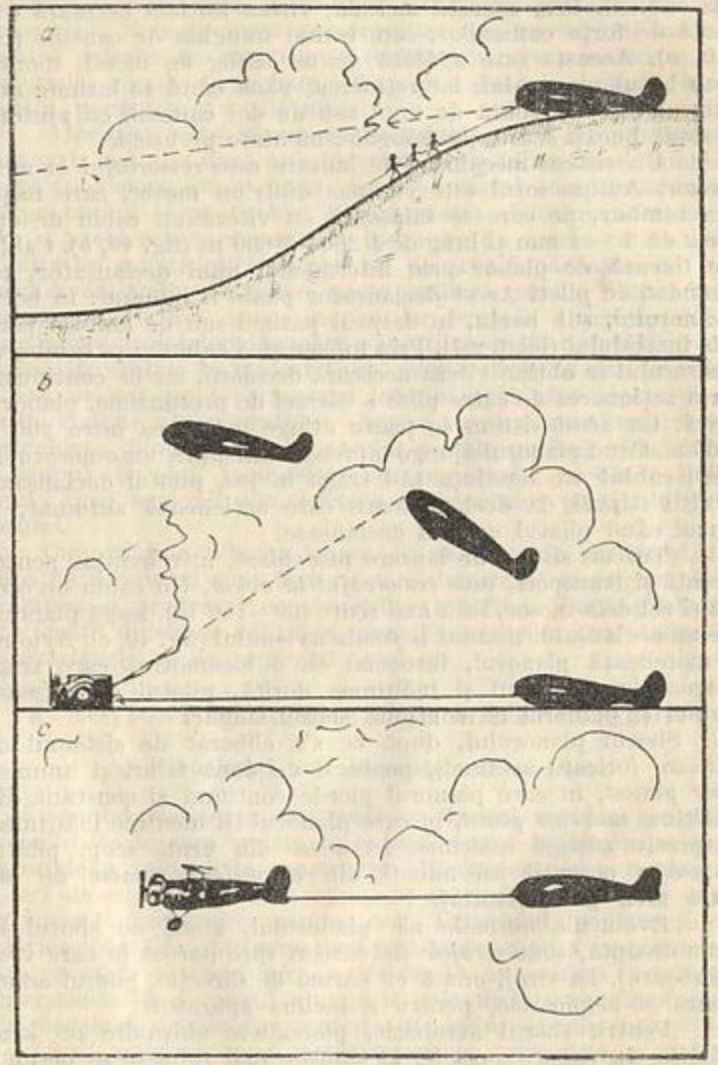



Fig. 40. Metode de lansare a planoarelor.

un deal, cu ajutorul unei frânghii de cauciuc (sandow) trasă de oameni. Prin această metodă, viteza inițială necesară este dată de forța oamenilor, care întind frânghia de cauciuc (fig. 40, *a*). Aceasta este agățată de un cârlig de metal, montat sub botul planorului, iar reținerea, până când se întinde sandowul, este efectuată de unul sau de doi oameni, cu ajutorul a două bucăți scurte de frânghie, montate pe bechie.

Un sistem mecanizat de lansare este *remorcajul la automosor*. Automosorul este compus dintr'un motor, care mișcă un tambur, pe care se înfășoară cu viteză un cablu de oțel gros de 3 — 4 mm și lung de 1 200—2 000 m (fig. 40, *b*). Cablul se fixează de planor prin intermediul unui declanșator, comandat de pilot. Acest declanșator poate fi montat : în botul planorului, sub burtă, în dreptul patinei sau de ambele părți ale fuzelajului (bilateral). Prin înfășurarea cablului pe tamburul mosorului se obține viteza necesară decolării, iar în continuare prin acționarea de către pilot a cârmei de profunzime, planorul urcă. Cu acest sistem se poate atinge înălțimea între 200 și 500 m. Când planorul ajunge aproape deasupra automosorului, deci cablul are tendința să-l tragă în jos, pilotul declanșează. Există tipuri de declanșatoare care acționează automat, în cazul când pilotul uită să declanșeze.

Tot un sistem de lansare mecanizat, întrebuințat pentru școală și transport, este *remorcajul la avion*. Un cablu de oțel, ca și cel dela mosor, însă mai scurt (20—100 m), leagă planorul de un declanșator montat la coada avionului (fig. 40, *c*). Avionul remorchează planorul, întocmai ca o locomotivă care trage vagoanele. La locul și înălțimea dorită, pilotul declanșează cablul și planorul își continuă sborul singur.

Sborul planorului, după ce s'a eliberat de sistemul de lansare (oricare ar fi el), poate fi de două feluri și anume : *sbor planat*, în care planorul pierde continuu și constant din înălțime sau *sbor plutit*, în care planorul își menține înălțimea, respectiv câștigă înălțime. In acest din urmă scop, pilotul folosește curenții ascendenți din atmosferă (masse de aer care urcă pe verticală).

Evoluțiile normale ale planorului, afară de sborul în linie dreaptă, sunt *virajele* (întoarceri spre partea în care vrea să sboare). In viraj, odată cu cârma de direcție, pilotul acționează și aripioarele, pentru a înclina aparatul.

Pentru sborul acrobatic, planoarele obișnuite nu sunt admise. In cazuri speciale, la tipurile mai robuste se permite executarea de figuri acrobatice elementare. Acrobația este executată totdeauna cu viteze mult mai mari decât cele



normale. In timpul executării anumitor acrobații, se produc accelerații puternice, care determină solicitarea peste normal a planorului. Nerespectarea prescripțiilor constructorului sau anumite defecte de construcție (calități necorespunzătoare de materiale, greșeli de încleire, etc.) pot duce la rupturi, care pun în pericol viața pilotului.

*Aterisarea* este luarea contactului normal cu pământul. Planorul, mai ales dacă este înzestrat și cu frâne aerodinamice, poate fi aterisat exact unde dorește pilotul — așternându-se lin pe patină și pe bechie. La instrucția sborului, aterisarea este o problemă care pune la încercare de foarte multe ori, soliditatea construcției planorului de școală. Aceasta nu înseamnă că trebue întărite peste măsură părțile care sunt expuse ruperii din cauza aterisărilor brutale. Orice supradimensionare a pieselor dăunează calităților de sbor, prin îngreunarea aparatului. In același timp, aceste piese ne mai cedând la șoc, se vor produce rupturi interioare în alte organe mai puțin vizibile ale aparatului. Aceste rupturi sunt mult mai periculoase, fiind greu de controlat piesele putând ceda chiar în timpul sborului. Deaceea trebue respectată, pe cât posibil, regula unei armonii constructive a diferitelor părți ale planorului.

Cunoștințele tehnice legate de practica de atelier și de viața de aerodrom sunt factorii care determină și asigură perfecțiunea și progresul construcțiilor aviatice. Viața pilotului este legată direct de calitatea muncii tovarășilor din atelierele de construcții și de reparații aviatice.

## *B.* NOȚIUNI DE REZISTENȚA MATERIALELOR

### a) **Proprietăți mecanice ale materialelor**

Studiul rezistenței materialelor fixează regulile generale și condițiile de care trebue să se țină seamă la dimensionarea materialelor folosite la construcția diferitelor piese, pentru a le feri de rupere, când se cunoaște intensitatea forțelor care acționează (lucrează) asupra lor. Principiul construcțiilor aviatice constă în obținerea unei rezistențe mari a materialelor cu o greutate cât mai mică, astfel încât, cunoscând rezistența materialelor să se poată ajunge la cele mai favorabile forme și dimensiuni ale pieselor pentru a fi ușoare și rezistente.

Sub acțiunea unei forțe exterioare, corpurile se deformează, unele foarte mult, altele mai puțin, în funcție de natura și starea materialului. Materialele, care după ce încetează

acțiunea forței la care sunt supuse, revin la forma inițială, se numesc elastice, iar această proprietate de revenire se numește elasticitate. De fapt, orice material are această proprietate, însă ea nu se observă ușor decât la materialele numite în mod obișnuit elastice (cauciucul, etc.).

Corpurile care se deformează mult, fără să revină la forma inițială, se numesc *corpuri plastice*. De exemplu argila, fierul încălzit la roșu, etc.

Orice corp este format dintr'o mulțime de particule foarte mici, numite molecule, care sunt legate între ele prin forțe interioare, numite *forțe de coeziune* (de legătură). La materialele solide (lemn, fier, piatră, etc.), coeziunea este foarte puternică, la lichide ea este foarte slabă și la gaze nu există deloc.

Forțele exterioare produc asupra materialului din care este compus un corp solicitări care au tendința să-l deformeze. În același timp, în interiorul corpului se nasc forțe care se opun deformării; ele se numesc forțe interioare sau eforturi. Solicitările care lucrează asupra corpurilor, ca și eforturile care se produc în interior, sunt foarte diferite din punct de vedere mecanic. Astfel, frânghia sau cablul de care este legat planorul în remorcaj sunt solicitate la tracțiune (la întindere), în interiorul lor producându-se eforturi de tracțiune. Amortisorul planorului este solicitat la *compresiune* (apăsare); longeronul aripei în sbor este solicitat la *încovoiere*; bordul de atac al aripei este solicitat la răsucire sau la *torsiune*; bolțurile și buloanele ferurilor sunt solicitate la *forfecare*, iar montanții sunt solicitați la *flambaj*. Solicitările se datoresc unor sarcini exterioare care pot fi sarcini concentrate, în cazul când forțele acționează asupra corpului într'un singur punct sau sarcini distribuite, când forțele lucrează pe o lungime oarecare din suprafața acestui corp. Cele mai multe organe ale aparatelor de sbor nu sunt supuse la o singură solicitare, ci la mai multe solicitări deodată, având a face cu așa numitele solicitări compuse; de exemplu solicitare la tracțiune și încovoiere, răsucire și încovoiere, etc.

Proprietățile mecanice ale materialelor se determină pe cale experimentală. Există mașini speciale pentru încercarea materialelor. În laboratoarele de rezistența materialelor din Institutele noastre de cercetări se folosesc aparate care supun materialul la solicitări asemănătoare cu cele pe care le vor suferi ca elemente în construcție.

Cum s'a arătat mai sus, construcția planorului cere o alegere judicioasă a materialului, pentru a obține un maxim



de rezistență la un minim de greutate; așa dar trebue să se cunoască exact proprietățile mecanice ale fiecărui material folosit la construcția planorului.

### b) Aparat pentru probe de rezistență a materialelor

Una dintre cele mai simple mașini de încercare a rezistenței materialului pentru solicitările la întindere și compresiune, care poate fi utilizată până la sarcini de 1 000 kg (fig. 41) se compune din:

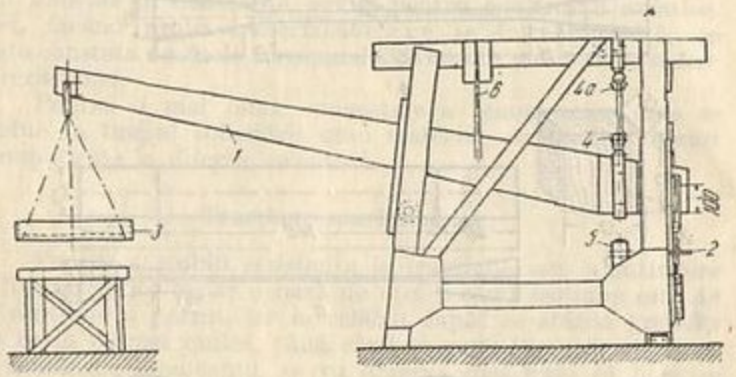



Fig. 41. Aparat pentru probe de rezistența materialelor.

Dispozitivul format dintr'o capră de lemn, prin mijlocul căreia se mișcă un braț de pârghie *1*, fixat la un capăt cu un șurub de reglaj *2*, iar la celălalt capăt având un platan pentru greutăți *3*. Distanța dela locul de prindere al brațului de pârghie până la fălcile care prind proba de material *4* este de zece ori mai mică decât distanța dintre proba și platanul pentru greutăți. Având raportul 1 : 10, înseamnă că o greutate de 10 kg, așezată pe platan, va solicita la tracțiune proba de material (numită epruvetă) de zece ori mai mult, adică la 100 kg. Pentru proba de rezistență la tracțiune, epruvetele sunt fixate între fălcile *4* și *4 a* sau, pentru probă la compresiune, sunt așezate pe suportul metalic *5*. Deoarece și brațul de pârghie cu platanul au o greutate proprie, ele se cântăresc cu un dinamometru (cântar cu arc) și greutatea lor se va adăuga în calcul la greutățile așezate pe platan. Pentru reglare, se

folosește acul indicator *6*, fixat pe brațul de pârghie *1*, punerea la punct făcându-se cu ajutorul șurubului de reglare 2.

Probele de materiale (epruvetele) folosite la încercări au, pentru această mașină, formele și dimensiunile indicate în fig. 42, *a*, *b*, *c* și *d*:

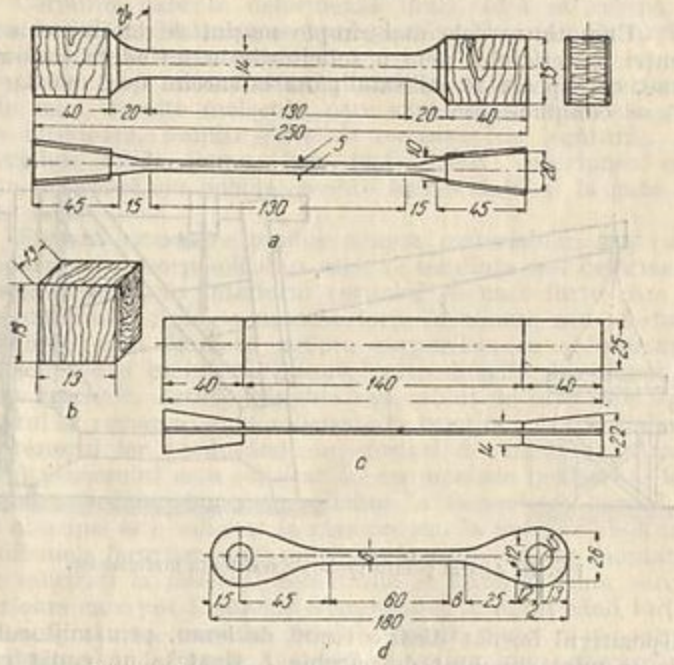



Fig. 42. Epruvete pentru probe de rezistență.

*a* este epruveta unei bucăți de lemn pentru proba de rezistență la tracțiune;
*b* — epruveta de lemn pentru proba de compresiune;
*c* — epruvetă de placaj pentru proba de rezistență la tracțiune;
*d* — epruveta unei table de oțel, pentru proba de rezistență la tracțiune.

Trebue să se cunoască exact suprafața secțiunii minime a fiecărei epruvete, în centimetri pătrați sau în milimetri pătrați.

Pentru aceasta, se măsoară cu șublerul lățimea și grosimea epruvetei în porțiunea dela mijloc (minimă) și se



calculează suprafața; în fig. 42, *a*, lățimea este de 14 mm și grosimea de 5 mm, secțiunea având forma unui dreptunghi; suprafața ei va fi de $14 \times 5 = 70$ mm².

Adăugând greutăți pe platan, la un moment dat epruveta se va rupe. Pentru a afla cât suportă fiecare centimetru sau milimetru pătrat din material, la proba respectivă, se împarte valoarea greutăților din platan, înmulțită cu zece (lungimea brațului de pârghie), la suprafața secțiunii epruvetei. Rezultatul obținut dă valoarea rezistenței materialului, în kilograme pe centimetru pătrat (respectiv în milimetri pătrați). Valorile minime ale rezistenței de rupere pentru fiecare material sunt indicate în caitele de sarcini pentru construcții aviatice. Deci, făcând proba materialelor care se întrebuințează, se poate constata dacă ele corespund sau nu din punctul de vedere al rezistenței.

Pentru o mai bună cunoaștere a fenomenelor care se produc în timpul solicitării unui material, se vor lua cazuri exemplificate la diferite solicitări.

### c) Tracțiune sau întindere

Pentru a stabili rezistența la tracțiune sau la întindere se fixează la un capăt o bară de oțel a cărei secțiune este de un centimetru pătrat, iar la celălalt capăt se atârnă greutăți din ce în ce mai multe, până când se rupe (fig. 43, *a*). Dacă se urmărește fenomenul, se va observa mai întâi că bara se lungește și, în același timp, se subțiază. Reducând din greutăți, bara va reveni la forma ei inițială, deci efortul este elastic. Peste o anumită greutate, bara nu va mai reveni la forma inițială, chiar dacă se anulează complect forța. In acest caz s'a depășit limita de elasticitate și deformația barei este permanentă. Adăugând mai departe greutăți, deformațiile cresc proporțional, mai repede decât plusul de solicitare, ajungând la un moment dat la o curgere a materialului. Apoi, la un plus foarte mic de greutate, bara se lungește, se gâtuește într'un loc și se rupe. Totalul încărcăturii reprezintă forța. Cunoscând forța și secțiunea materialului, se poate calcula ușor rezistența de rupere a barei. Oțelul aviatic se rupe între 40 și 100 kg/mm². In general, în cazul rezistenței de rupere la tracțiune, se poate scrie:

$$R_{tr} = \frac{F}{S} = \frac{\text{forța maximă}}{\text{secțiune}}.$$

Pentru diversele construcţii interesează alungirea materialului. Ea se determină cu ajutorul relaţiei: $A = \frac{FL}{ES}$

Adică, alungirea este direct proporţională cu forţa şi cu lungimea barei $L$, şi invers proporţională cu secţiunea $S$ şi modulul de

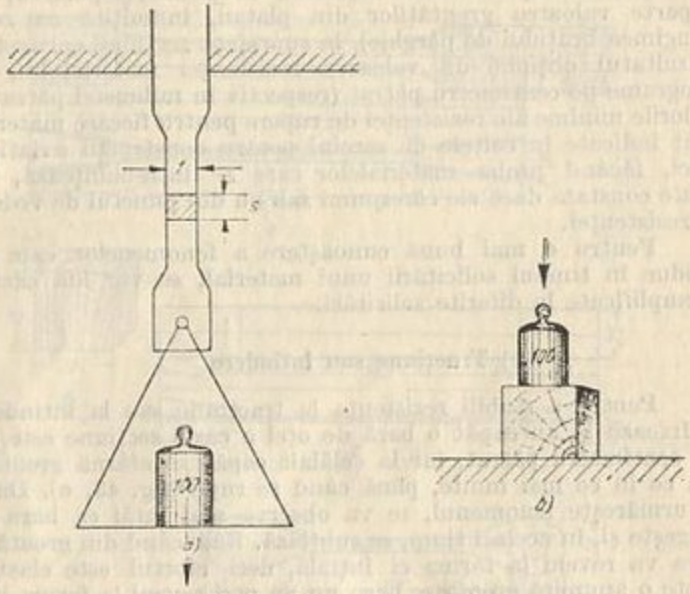



Fig. 43. Tracţiunea şi compresiunea.

elasticitate $E$. Modulul de elasticitate este un coeficient care depinde de natura materialului şi se determină pe cale experimentală. La lemn valoarea lui este 100 000; la oţel, de 2 100 000; la cauciuc de 2 500. Se observă că alungirea cauciucului este mai mare decât a lemnului, iar alungirea lemnului este mai mare decât a oţelului.

Rezistenţa la rupere a unui material oarecare este indicată de forţa necesară pentru a rupe o secţiune de un centimetru sau de un milimetru pătrat din acel material. Cunoaşterea valorii acestei forţe prezintă importanţă la stabilirea dimensiunilor diferitelor piese care compun planorul, avionul sau, în general, orice construcţie. Dimensionarea unei piese se face în aşa fel, încât rezistenţa ei să fie superioară rezistenţei de rupere a materialului din care este confecţionată. De exemplu



o bară cu secţiunea de un centimetru pătrat se rupe la încărcarea de 6 000 kg, deoarece rezistenţa ei la rupere este egală cu 60 kg/mm². Bara trebue să reziste însă sigur la această încărcare. Deci, încărcarea ei va trebui făcută cu mai puţin decât 6 000 kg, sau se va mări secţiunea. Cu cât se va încărca mai puţin pe centimetru pătrat de secţiune, cu atât rezistenţa barei este mai sigură. Valoarea micşorată a rezistenţei la rupere se numeşte rezistenţă admisibilă sau efort specific admisibil. Dacă se ia jumătate din rezistenţa la rupere ca rezistenţă admisibilă, în cazul respectiv va rezulta: $R_{\text{admisibilă}} = R_{\text{rupere}} : 2$, adică $6\,000 : 2 = 3\,000$ kg/cm² sau 30 kg/mm². Numărul cu care se împarte rezistenţa de rupere a unui material pentru a da rezistenţa admisibilă se numeşte coeficient de siguranţă. In cazul acesta coeficientul de siguranţă este 2. Practic înseamnă că bara se va dimensiona la o secţiune de două ori mai mare (2 cm², în loc de 1 cm²). Coeficientul de siguranţă care se aplică în construcţiile aviatice este foarte mic şi anume de 1,5—2, pe când în celelalte construcţii obişnuite, valoarea lui este între 4 şi 10. Utilizarea coeficientului de siguranţă cu valoare mică se explică prin faptul că atât construcţia planorului, cât şi a avionului se bazează pe principiul de a fi, în acelaşi timp, uşor şi rezistent; prin utilizarea coeficienţilor mai mari, piesele se supradimensionează prea mult şi greutatea creşte.

Lemnul se rupe greu la tracţiune; el rezistă bine la această solicitare datorită structurii lui fibroase.

### d) Compresiune sau apăsare

Când solicitările (forţele) exterioare tind să turtească materialul, acestea sunt solicitări la compresiune (fig. 43, *b*). Ca şi în cazul tracţiunii, în interiorul materialului se nasc forţe (eforturi de compresiune) care se opun strivirii.

Se consideră solicitate la compresiune numai piesele a căror lungime este mai mică decât de patru ori grosimea lor. O bucată de lemn supusă la compresiune rezistă mai bine dacă forţa este aplicată în lungul fibrelor (în cap), decât dacă se exercită pe latul piesei.

Epruvetele au, deobicei, forma unui cub (fig. 43, *b*). Rezistenţa la rupere pentru solicitări la compresiune este determinată ca şi în cazul tracţiunii, adică $R_{\text{compresiune}} = F_{\text{maximă}}$ împărţită la secţiunea respectivă

$$R_{\text{compresiune}} = \frac{F_{\text{maximă}}}{S}.$$

In cazul compresiunii, în loc de alungire, se produce scurtarea materialului. Cu cât materialul este mai dens, cu atât rezistă mai bine la compresiune.

### e) Rezistența la încovoiere

Aripele planorului în sbor sunt solicitate de forțele purtătoare de încovoiere. O grindă fixată, de exemplu într'un zid (grindă încastrată) (fig. 44, *a*) și supusă unei forțe la capătul

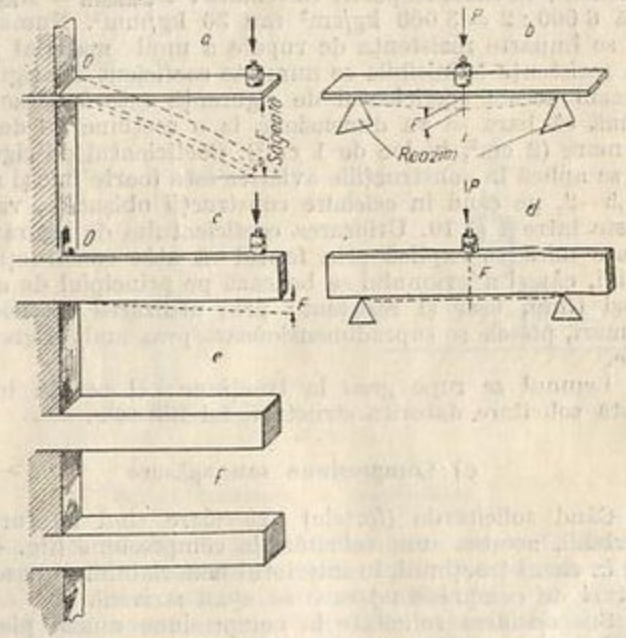



Fig. 44. Rezistența la încovoiere:
*a* — a grinzii încastrată; *b* — rezemată; *c,d,e,f* — în funcție de poziția secțiunii.

ei liber se va încovoia; se spune că este solicitată la încovoiere. La încovoiere este solicitată deasemenea grinda sprijinită de două suporturi (fig. 44 ,*b*) (grindă rezemată) — ca o punte și supusă unei forțe aplicate în orice punct între suporturi.

Dacă forțele care solicită aceste grinzi sunt prea mari în raport cu dimensiunile secțiunilor, grinzile se vor rupe, și anume, cea încastrată în punctul *O*, se va rupe în dreptul



încastrării, iar cea rezemată, în dreptul forței *P*. Dacă se așează însă aceleași grinzi pe cant (fig. 44, *e* și *d*), ele pot suporta o încărcătură, deci o solicitare mult mai mare. Rezultă deci că în cazul solicitărilor la încovoiere, trebue să se țină seamă și de poziția secțiunii (pe cant sau pe lat).

La o grindă de lemn cu o secțiune pătrată se va ține seamă și de așezerea inelelor anuale (fig. 44, *e* și *f*). Grinda *f*, cu inelele anuale dispuse vertical, are o rezistență la încovoiere mai mare decât grinda *e*, care are inelele dispuse orizontal. (Totuși, în acest caz diferența nu este prea mare).

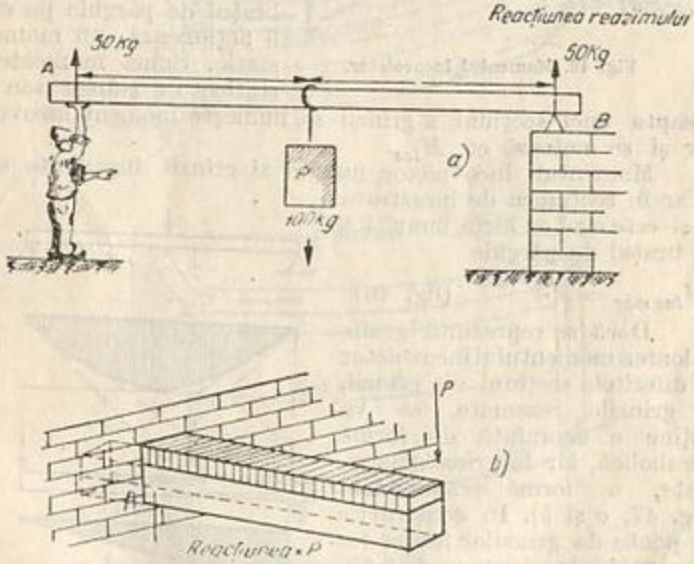



Fig. 45. Reacțiunea reazimelor.

In dreptul reazimelor unei grinzi supuse la încovoiere se nasc forțe care se opun solicitării, numite reacțiunile reazimelor (fig. 45).

Dacă forța lucrează chiar în dreptul reazimului, reacțiunea acelui reazim *A* va fi egală cu forța; pe când reacțiunea celuilalt reazim *B* va fi egală cu zero. Suma reacțiunilor trebue să fie totdeauna egală cu forța care se aplică asupra grinzii. Cunoașterea valorii reacțiunilor este necesară pentru dimensionarea grinzilor supuse la încovoiere.

La o grindă încastrată (fig. 45, *b*), în dreptul încastrării *A* se va produce o reacțiune egală cu suma forțelor care solicită grinda (cazul aripelor planorului, încastrate în ferurile fuzelajului).

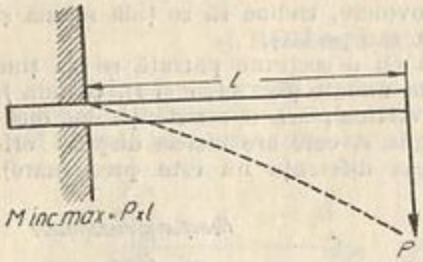



Fig. 46. Momentul încovoietor.

Datorită solicitării forțelor exterioare și reacțiunilor care se produc în reazime, grinda se încovoaie. Fiecare dintre aceste forțe produce, prin brațul de pârghie pe care îl acționează, un moment static. Suma momentelor statice în stânga sau în dreapta unei secțiuni a grinzii se numește moment încovoietor și se notează cu $M_{inc}$.

Momentul încovoietor maxim al grinzii încastrate este chiar în secțiunea de încastrare *O* și este egal cu forța înmulțită cu brațul de pârghie

$$M_{inc\ max} = P \cdot l \qquad \text{(fig. 46)}$$

Dacă se reprezintă grafic valoarea momentului încovoietor la diferitele secțiuni ale grinzii, la grinzile rezemate, se va obține o suprafață de formă parabolică, iar la grinzile încastrate, o formă trapezoidală (fig. 47, *a* și *b*). In construcție se poate da grinzilor forma reprezentată în acest grafic, obținând ceeace se numește *solid de egală rezistență*, adică dimensionarea crește și scade în tot lungul grinzii, în raport cu valoarea momentului încovoietor. Această formă este deseori utilizată în construcțiile aviatice (fig. 47, *c* și *d*).

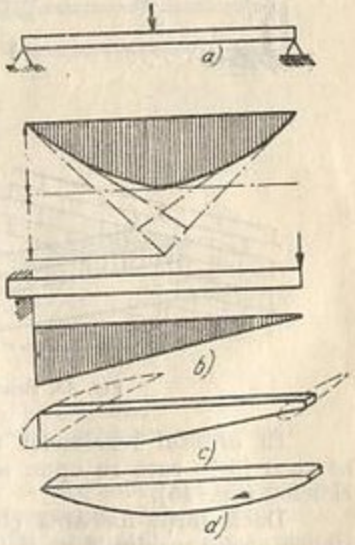



Fig. 47. Solide de egală rezistență.

O grindă rezemată sau încastrată, supusă la încovoiere, se înadoaie cu atât mai mult, cu cât reazimele sunt mai depărtate și cu cât sarcinile



sunt mai mari. Această îndoire a grinzii se numește săgeată de încovoiere *f* (fig. 48, *a* și *b*).

In cazul grinzii încastrate, se poate observa că fibrele din partea superioară suferă o alungire, fiind solicitate deci la întindere, pe când cele din partea inferioară suferă o scurtare,

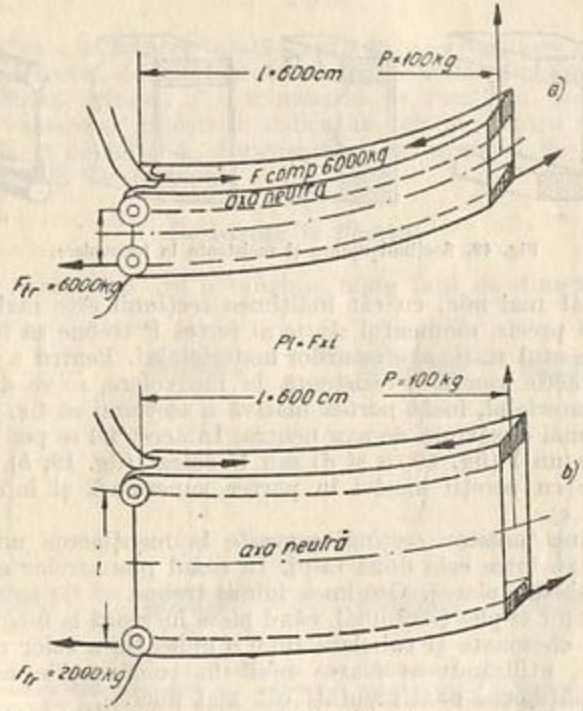



Fig. 48. Înălțimea secțiunilor și solicitările unui longeron de aripă : *a* — secțiune de longeron mică cu solicitare mare ; *b* — secțiune de longeron mare cu solicitare mică.

fiind deci comprimate. Intre ele, la mijloc, există fibre care nu-și schimbă lungimea, numite fibre neutre sau axa neutră a grinzii. In cazul unui longeron de aripă, partea lui centrală nu se deformează, în schimb, în talpa inferioară și superioară materialul lucrează puternic la compresiune și la tracțiune în jurul axei neutre (fig. 48). Solicitările tălpilor sunt cu atât mai puternice, cu cât înălțimea secțiunii longeronului este mai mică.

Aceasta se explică prin faptul că rotirea longeronului solicitat de forța $P$ ar urma să se facă în jurul punctului $O$ de pe axa neutră. În interiorul materialului se produc forțe care se opun acestei rotiri (eforturi); deoarece însă brațul de pârghie al eforturilor este înălțimea secțiunii $i$, rezultă că efortul va

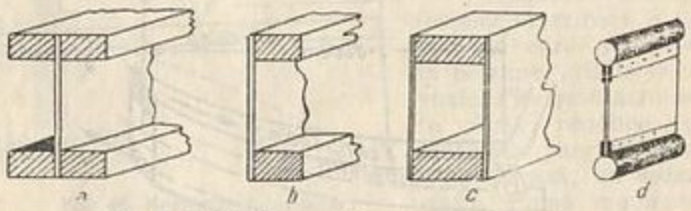



Fig. 49. Secțiuni ușoare și rezistente la încovoiere.

fi cu atât mai mic, cu cât înălțimea secțiunii este mai mare sau, mai precis, momentul static al forței $P$ trebue să fie egal cu momentul static al eforturilor materialului. Pentru a obține o construcție ușoară și rezistentă la încovoiere, se va dispune astfel materialul, încât partea masivă a secțiunii să fie, pe cât posibil, mai depărtată de axa neutră. În acest fel se pot obține forme ca un I (fig. 49, *a* și *d*) sau U culcat (fig. 49, *b*), forma de cutie cu pereții masivi în partea superioară și inferioare (fig. 49, *c*).

Inima acestor secțiuni servește la menținerea unei distanțe fixe între cele două tălpi. În cazul planoarelor ea este construită din placaj. Grosimea inimii trebue să fie suficientă pentru a nu se plia (strâmba), când piesa lucrează la încovoiere. Formele chesonate și tubulare sunt o aplicație a celor arătate mai sus, utilizându-se foarte mult în construcțiile aviatice pentru obținerea unei greutăți cât mai mici.

Dimensionarea pieselor supuse la încovoiere se face cu ajutorul modulului de rezistență al secțiunii. Valoarea lui depinde de forma și de dimensiunile secțiunii. Pentru fiecare formă de secțiune (circulară, inelară, pătrată, dreptunghiulară, etc.) modulul de rezistență $W$ are o expresie anumită, cu ajutorul căreia se calculează valoarea lui la dimensiunile secțiunii respective. Valoarea rezistenței maxime la încovoiere: $R_{\text{încovoiere}} = M_f$ (momentul încovoietor maxim) în kg/cm² împărțit la $W$, (modulul de rezistență) în cm³. Adică:

$$R_{inc} = \frac{M_{f\,max}}{W}$$



*Calculul săgeții maxime.* În cazul grinzii încastrate la un capăt și solicitate cu o sarcină uniform distribuită, săgeata maximă este dată de următoarea relație:

$$f = \frac{P \cdot l^3}{8 \cdot J \cdot E}$$

în care $P$ este încărcarea totală pe grindă; $l$ — lungimea grinzii; $E$ — coeficientul de elasticitate al materialului din care este confecționată grinda; $J$ — momentul de inerție al secțiunii, a cărui valoare se găsește în indicațiile tehnice pentru diferite materiale și depinde de dimensiunea, de forma și de poziția secțiunii față de forță.

### f) Rezistența la flambaj

O bară, care are o lungime mare față de dimensiunile

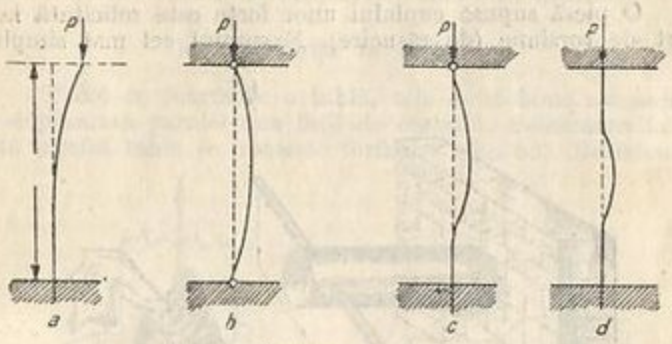



Fig. 50. Rezistența la flambaj:
*a* — încastrare rigidă la un capăt; *b* — articulare la ambele capete; *c* — încastrare rigidă la un capăt și articulare la celălalt capăt; *d* — încastrare rigidă la ambele capete.

secțiunii, supusă la o forță de compresiune, se va deforma, îndoindu-se (fig. 50).

În acest caz se spune că bara „flambează". Solicitarea la care este supusă bara se numește solicitare la flambaj. În cazul construcției planorului, montanții, diagonalele, cum și piesele lungi și subțiri sunt solicitate la flambaj.

Din practică se poate constata că o piesă este cu atât mai mult expusă la flambaj:

cu cât lungimea $l$ a piesei este mai mare în raport cu secțiunea. (De exemplu, o bară de trei ori mai lungă decât o

altă bară cu aceeași secțiune, flambează la o forță de nouă ori mai mică decât prima) ;

— cu cât modulul de elasticitate $E$ al materialului din care este confecționată are o valoare mai mică. (De exemplu, o bară de lemn flambează mai greu decât o bară de cauciuc) ;

— cu cât momentul de inerție $J$ este mai mic într'o direcție, depinzând deci de forma secțiunii piesei. (De exemplu, o lamă de oțel flambează mult mai ușor pe lățime).

Rezistența la flambaj depinde și de felul în care piesa este legată la extremități. Cu cât fixarea este mai puțin rigidă, cu atât piesa flambează mai ușor (fig. 50, *a—d*).

Dimensionarea pieselor se face cu ajutorul formulei generale.

$$R_{fl} = \frac{\pi^2 E J}{l^2}$$

### g) Răsucire sau torsionare

O piesă supusă cuplului unor forțe este solicitată la un efort de torsiune (de răsucire). Exemplul cel mai simplu îl

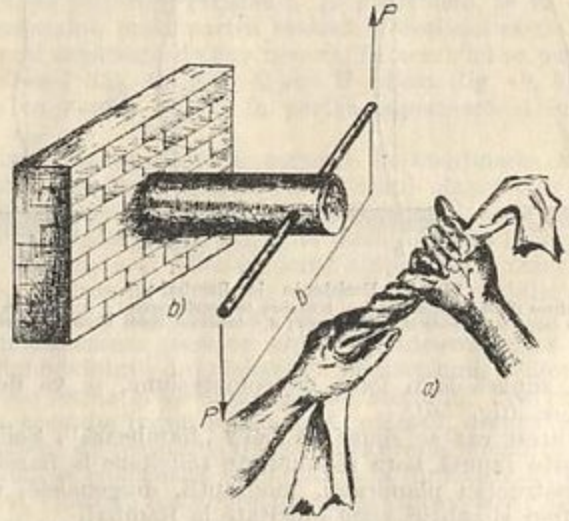



Fig. 51. Rezistența la torsiune (răsucire).

constitue storsul rufelor sau un cuplu la capătul unei bare (fig. 51, *a* și *b*).



Produsul dintre forță și distanța la axa piesei se numește moment de torsiune $M_t$ (fig. 51, *b*). Deformația suferită de o bară, solicitată la răsucire, este o formă elicoidală, pe care o primește fiecare fibră, și anume, cu cât fibra este mai aproape de axa barei, cu atât este mai puțin deformată. Deci, deformația cea mai mare și efortul maxim la torsionare, se produc la periferia piesei. In cazul construcțiilor aviatice, eforturile de torsionare sunt preluate de forme tubulare. Astfel sunt chesonul bordului de atac al aripei, forma tubulară a fuzelajului, etc. Se ține seamă însă că asupra lor acționează, în același timp, și solicitarea la încovoiere, deci în construcția lor vor intra elemente care preiau aceste solicitări (longeroane, etc.).

Pentru dimensionarea și verificarea pieselor supuse la răsucire se utilizează expresia $R$ (răsucire) $= M : W_p$, în care $M$ este momentul de răsucire, iar $W_p$ — modulul de rezistență polară, care se exprimă în unități de volum ($cm^3$) și care are pentru fiecare formă de secțiune, o anumită expresie.

### h) Rezistența la forfecare

Tăind cu foarfecile o tablă, cele două lame ale acestuia se deplasează paralel una față de cealaltă. Solicitarea la care este supusă tabla se numește forfecare (fig. 52). Rezistența la

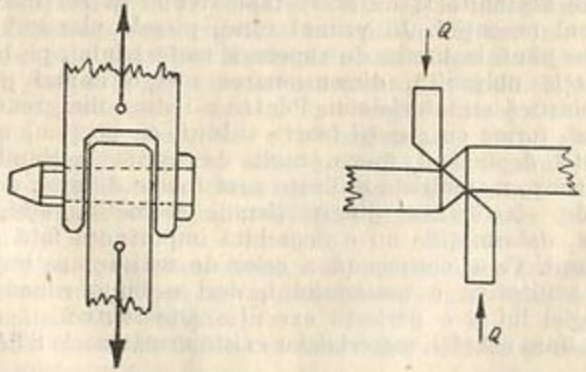



Fig. 52. Rezistența la forfecare.

forfecare este dată de relația $R_{forfecare}$ = forța de forfecare împărțită la secțiunea solicitată

$$R_f = \frac{F_f}{S}$$

Solicitările de forfecare se produc la bolțurile de joncțiune, la șuruburi, în locul unde o piesă lucrează tangențial pe alta, etc. Solicitarea la forfecare obosește mai mult materialul decât aceeași solicitare la tracțiune.

Când o grindă este supusă la încovoiere (cazul longeroanelor de aripă), în interiorul materialului se nasc solicitări de forfecare, numite forțe tăietoare.

Forțele tăietoare devin periculoase în special în locurile unde sunt fisuri, tăieturi sau supradimensionări brusce ale piesei. In locurile respective, materialul se poate rupe, înainte de a ajunge la rezistența pentru care a fost calculată piesa.

La dimensionarea elementelor planorului se ține totdeauna seamă de faptul că diferitele organe ale aparatului în sbor nu sunt supuse la o singură solicitare, ci la mai multe solicitări în același timp. De exemplu, la încovoiere și tracțiune sau la încovoiere și răsucire, producându-se deci eforturi compuse.

Pornind dela baza cunoașterii rezistenței materialelor, s'a ajuns, în construcțiile aviatice, la adoptarea unor forme și secțiuni care au un maxim de rezistență pentru un minim de greutate. Aceste forme sunt descrise, cu sistemele noi de construcție, la fiecare dintre elementele componente ale planorului. Deoarece există acest compromis între rezistență și greutate, construcția planoarelor este complect diferită de construcțiile obișnuite și de acest fapt trebue să se țină seamă în timpul execuției. In primul rând, piesele planorului sunt calculate până la limita de rupere a materialului, pe când în construcția obișnuită, dimensionarea merge numai până la limita elastică a materialului. Pentru a reduce din greutate, se utilizează forme cu pereții foarte subțiri, cu porțiuni ușurate, rezistența depinzând foarte mult de forma secțiunilor. In același timp, materialele utilizate sunt foarte diferite, cu coeficienți de elasticitate diferiți (lemn, aluminiu, oțel, etc.). Deaceea, deformațiile au o deosebită importanță față de alte construcții. Ca o consecință a celor de mai sus se impune o alegere calitativă a materialului, deci o bună cunoaștere a tehnologiei lui și o perfectă execuție constructivă.

Asupra calității materialelor există următoarele STAS-uri :

— rezistența materialelor, simboluri (STAS 1963-50);
— rezistența materialelor, terminologie (STAS 1964-50);
— proprietățile și încercările mecanice și tehnologice ale materialelor (STAS 1965-50).



*CAPITOLUL II*

## TEHNOLOGIA MATERIALELOR UTILIZATE IN CONSTRUCȚIA PLANOARELOR

Tehnologia este știința care se ocupă cu studiul materialelor întrebuințate în construcție, care sunt analizate începând cu materia brută până la produsul finit. Pentru acest studiu, tehnologia folosește cunoștințe din fizică, chimie, științele naturale, și din rezistența materialelor, aplicându-le pentru a acoperi practic necesitățile producției.

Materialele folosite în construcția planoarelor trebue să aibă calități superioare, deoarece afară de o greutate mică și dimensiuni minime, trebue să aibă totuși o mare rezistență. Condițiile foarte severe, pe care trebue să le îndeplinească diferitele materiale sunt cuprinse în caietele de sarcini ale organelor tehnice aviatice. Materialele sunt controlate în laboratoarele de pe lângă uzinele constructoare, înainte de a fi trecute în producție, cum și în timpul întregului proces tehnologic, fiind marcate și înregistrate. După această verificare, întregul aparat este controlat, în cursul sborului de recepție, la viteze și solicitări maxime admise, și în cazul când corespunde acestor probe el este dat spre utilizare.

Un planor, ca și un avion, au o anumită durată de funcționare, pe care o pot atinge complect numai dacă îndeplinesc următoarele condiții :

— materialul să fie de cea mai bună calitate și controlat în mod amănunțit ;

— construcția să fie executată cu grijă și conform caietelor de sarcini ;

— întreținerea în timpul utilizării să fie făcută la timp și corect ;

— să nu fie solicitat în timpul sborului la eforturi, peste cele prevăzute și admise de constructor.

Legătura strânsă între posibilităţile constructive şi materialul utilizat arată importanţa pe care o prezintă studiul materialelor aviatice, adică tehnologia materialelor utilizate în construcţia planoarelor.

## *A.* LEMNUL

Pentru construcţia planoarelor, lemnul are, faţă de alte materiale, o serie de calităţi care-l fac de neînlocuit, cu condiţia să fie bine selecţionat, de cea mai bună calitate şi să aibă anumite proprietăţi fizice şi mecanice. Dintre calităţile lemnului trebue menţionate următoarele:

— este uşor şi destul de rezistent;

— este relativ ieftin;

— absoarbe vibraţiile care se produc în timpul sborului fără să le amplifice;

— se lucrează uşor.

Defectele pe care le prezintă, ca putrezirea, absorbirea umezelii (higroscopicitate) etc. se pot înlătura destul de bine şi de uşor pentru a nu influenţa calităţile menţionate mai sus.

Dacă se taie un trunchi de copac perpendicular pe lungime (secţiune transversală), se observă cu ochiul liber trei zone şi anume: 1) scoarţa la exterior, 2) cambiumul sub scoarţă, sau zona regeneratoare care dă naştere, în fiecare an, la un nou inel şi 3) cilindrul lemnos, compus din alburn, care este un strat de lemn albicios de lângă cambium, moale şi mai puţin rezistent, apoi din duramen (lemnul perfect) situat între alburn şi inimă, care se lăţeşte treptat cu îngroşarea tulpinei şi în sfârşit, inima, cu lemn de calitate inferioară, care înconjură canalul medular (măduva lemnului) fig. 53).

Privit la microscop se observă că lemnul este compus din celule vii fibroase. In corpul lemnului, unele celule formează vase dând ceeace se numeşte ţesutul conducător, prin care circulă hrana (seva) necesară creşterii arborelui. Alte celule formează ţesutul de susţinere. La răşinoase, afară de ţesutul de susţinere şi în afară de traheide pentru circulaţia sevei, mai există şi canale rezinifere, unde se înmagazinează răşina câteodată în formă de pungi. Alte celule formează razele medulare, care străbat lemnul dela centru spre periferia trunchiurilor.

Privind trunchiul arborelui în secţiune transversală, masa lemnoasă se vede grupată în cercuri concentrice regulate, numite inele anuale, care reprezintă creşterea de fiecare an a lemnului.



Un inel anual este format din două zone, una lată, de culoare mai deschisă reprezentând creşterea de primăvară, şi alta îngustă şi mai închisă, formând zona creşterii de toamnă (fig. 54). Dimensiunile inelelor anuale au o mare influenţă asupra calităţii lemnului. In cazul răşinoaselor — specia cea mai utilizată în construcţii de planoare — inelul anual, cu zona de primăvară lată, de culoare deschisă, va da un lemn uşor, moale şi foarte puţin rezistent. In schimb, inelul anual îngust,

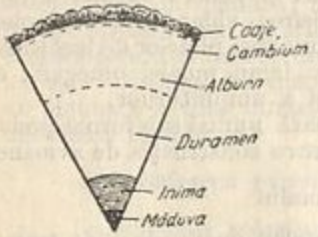



Fig. 53. Structura unui trunchi de arbore.

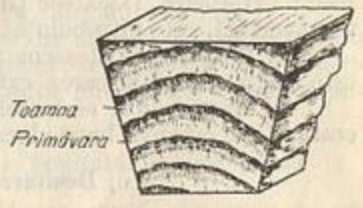



Fig. 54. Creşterea anuală a lemnului.

cu cele două zone (de primăvară şi de toamnă) aproape egale, va da un lemn cu rezistenţă mult mai mare.

Dintre cele două grupe de specii forestiere, răşinoase şi foioase, în construcţia planoarelor se utilizează următoarele categorii, dela caz la caz, după necesităţile construcţiei şi indicaţia desenelor.

### a) Răşinoasele

1. **Molidul** este utilizat în construcţia tuturor părţilor supuse solicitărilor, ca longeroane, panouri, cale în care se fixează feruri, etc., având lemn cu creşteri mai omogene decât alte răşinoase. Inelele anuale se deosebesc uşor, datorită coloraţiei închise a lemnului târziu de toamnă, în contrast cu culoarea albă-gălbuie a lemnului timpuriu de primăvară.

2. **Bradul** este utilizat numai la umpluturi în părţile şi piesele nesupuse la solicitări, având lemn mai neomogen şi mai puţin rezistent decât molidul.

Afară de aceste două esenţe care se găsesc în ţara noastră şi se întrebuinţează în mod curent în construcţie, în U.R.S.S., se utilizează şi pinul având un lemn foarte rezistent şi de culoare brună roşiatică.

### b) Foioasele

1. **Frasinul** este mai greu, deci mai dens decât molidul, şi are rezistenţă şi elasticitate mai mare; deaceea din el se construesc patinele şi unele cale de fixare pentru feruri.

2. **Fagul** se întrebuinţează foarte puţin ca lemn brut în construcţia propriu zisă a planorului. El va fi utilizat însă prelucrat, sub formă de contraplacaje şi ca „lignofol".

3. **Teiul** este un lemn moale, omogen, care crapă greu; el este utilizat la colţare, umpluturi şi pentru obţinerea formelor exterioare. Deoarece ţine încleirea, chiar şi în secţiunea transversală, este întrebuinţat la fabricarea pieselor de legătură.

4. **Plopul** este deasemenea un lemn moale, omogen; el este utilizat la fabricarea calelor şi a umpluturilor.

5. **Mesteacănul** se întrebuinţează numai sub formă prelucrată, dând cele mai bune placaje pentru construcţia de avioane.

### c) Debitarea lemnului

Prin debitarea lemnului se înţeleg operaţiile care transformă buştenii în piese de dimensiunile necesare fabricaţiei. Buştenii sunt debitaţi în scânduri la gatere (ferestraie cu pânze paralele), în mai multe feluri:

1. **Debitarea în felii** este cea mai obişnuită debitare, paralel cu axa lemnului (fig. 55). Scândurile astfel obţinute au defectul de a se contrage, deformându-se foarte uşor şi neegal

Fig. 55. Debitarea în felii.

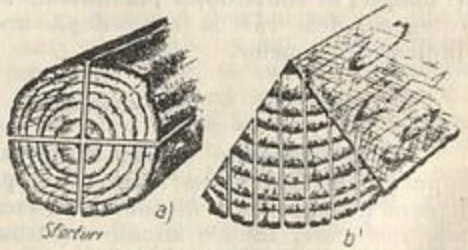



Fig. 56. Debitarea în sferturi.

la uscare. Pentru materialul folosit în construcţia de avioane, această debitare nu este indicată, dând foarte multe pierderi.

2. **Debitarea în sferturi** (cadrane) sau debitare în rezonanţă se execută prin tăierea fiecărui buştean în patru sferturi (fig. 56, *a*), iar fiecare sfert se taie din nou după razele buşteanului (fig. 56, *b*). In acest fel, razele medulare ajung pe latul scândurii şi contragerea este foarte mult înlăturată.



Debitarea în rezonanţă este singurul sistem indicat şi admis pentru lemnul de molid, care se întrebuinţează în construcţia de planoare. Lemnul de molid debitat în acest fel este numit deobicei în fabricaţie „rezonanţă" (sau lemn de rezonanţă). In afară de utilizarea care i se dă în construcţiile de avioane, lemnul de rezonanţă este întrebuinţat la fabricarea instrumentelor muzicale de lemn (viori, piane, etc.) şi la construcţia bărcilor.

Molidul pentru debitarea rezonanţei este ales şi marcat special încă din pădure; în fabrică se face apoi sortarea sferturilor şi, în sfârşit, a scândurilor, alegându-se cele care sunt fără defecte. Debitarea rezonanţei din alte esenţe decât molidul nu este utilizată. In cazul esenţelor tari, pentru construcţia de planoare se aleg numai scândurile din mijloc, obţinute prin debitarea în felii.

### d) Infăţişarea exterioară a lemnului de rezonanţă

La alegerea scândurilor de rezonanţă, din care se vor

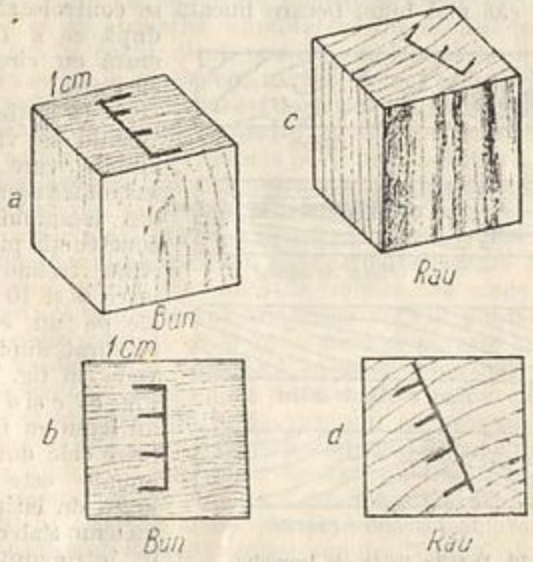



Fig. 57. Desimea fibrelor (inele anuale pe centimetru).

fasona dimensiunile cerute de construcţie se poate stabili destul de bine calitatea după aspectul exterior.

Scândura trebue să aibă fibre paralele, nerăsucite, inele anuale dese și regulate, fără crăpături, noduri sau locuri atacate de insecte, cu o coloraţie albă gălbuie, uniformă — deci fără urme de accidentări sau defecte de creștere. Buna alegere a scândurii dă mai târziu posibilitatea ca aceasta să fie prelucrată la dimensiunile cerute, cu pierderi minime de material și de manoperă. Prelucrarea scândurii în baghete, grinzi și lamele se face cu ajutorul circularului și al frezei.

Fig. 58. Fibrele lemnului în lungime la materialul debitat pentru rezonanţă.

Pentru ca materialul folosit la fabricarea pieselor să se prezinte cât mai bine, fiecare bucată se controlează din nou, după ce a fost prelucrată cu circularul sau cu freza.

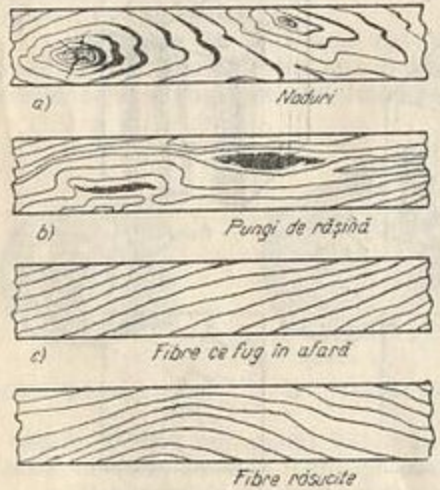



Fig. 59. Defecte fizice ale lemnului.

In secţiunile transversale se văd inelele anuale, care longitudinal indică aşezarea fibrelor lemnului. Pentru construcţia pieselor solicitate trebue să existe între 6 și 10 inele anuale pe un centimetru, măsurat după cum se vede în fig. 57 *a* și *b*. Fig. 57 *c* și *d* reprezintă un lemn cu fibre rare; între cele două creșteri anuale este diferenţa mare de lăţime care dă un lemn slab ce nu poate fi întrebuinţat pentru construcţia planorului. In lungime, materialul trebue să prezinte fibre paralele pe toată lungimea piesei (fig. 58).



Nodurile și pungile de răşină, coloraţia roșie sau pătrată și fibrele care fug înafară sunt considerate defecte neadmise în construcţii de avioane (fig. 59, *a*, *b*, *c*, *d*).

### e) Proprietăţile fizice ale lemnului de rezonanţă

1. **Umiditatea**: celulele lemnului conţin, în permanenţă, o cantitate oarecare de apă, care este mai mare când lemnul este verde și care scade încet după tăiere, prin evaporare până ce ajunge în stare de echilibru. Cantitatea de apă exprimată în procente, faţă de greutatea lemnului, se numește umiditate relativă.

Lemnul de molid, proaspăt debitat, conţine circa 40—50% apă, însă pentru utilizarea lui în construcţia de avioane, umiditatea trebue redusă până la circa 15%. Creșterea sau scăderea umidităţii influenţează, atât volumul și greutatea, cât și rezistenţa lemnului. Pentru construirea planoarelor nu este indicată utilizarea lemnului de rezonanţă cu umiditate mai mică decât 12% și mai mare decât 16%. In cazul când s'ar folosi un lemn cu umiditate mai mică decât 12%, există pericolul ca el să absoarbă umiditatea din atmosfera înconjurătoare, iar în cazul când umiditatea lemnului ar depăși 16% s'ar putea ca în atmosfera uscată să mai cedeze din umiditate. In ambele cazuri se pot ivi deformări care scad rezistenţa.

2. **Uscarea lemnului** se poate face și pe cale naturală, în stive cu aerisire bună pe ambele părţi între scânduri. Aceasta este o uscare înceată, însă asigură un lemn cu calităţi tehnice superioare. Uscarea artificială se efectuează în uscătorii speciale, prin care circulă atât aer uscat cât și abur cald, pentru a se regla uscarea după indicaţii și experienţe tehnice astfel ca lemnul să nu-și piardă din calităţile tehnice. Se crede uneori, în mod greșit, că prin uscarea artificială nu s'ar putea asigura lemnului aceleași calităţi ca și prin uscarea pe cale naturală. Aceasta se explică prin faptul că uscarea artificială necesită o conducere atentă, ceeace nu s'a putut realiza în toate cazurile. Uscarea artificială prezintă însă avantajul că uscarea se efectuează în timp foarte scurt. Cea mai modernă metodă de uscare este cea cu ajutorul curenţilor electrici de înaltă frecvenţă, studiată și introdusă în practică în industria din U.RS.S. Ea înlătură, în cea mai mare parte, desavantajul micșorării rezistenţei lemnului datorit uscării rapide. Timpul de uscare pentru diferite dimensiuni de lemn este reglat cu ajutorul schimbării lungimii de undă, uscarea în acest sistem făcându-se din interior spre exterior, înlăturându-se astfel și crăparea lemnului.

Pentru cunoaşterea procentului de umiditate la lemnul de rezonanţă care se foloseşte la construcţia planoarelor, se taie dintr'o scândură o bucată de probă şi se cântăreşte exact. După ce se usucă la căldura sobei, se cântăreşte din nou. Procentul de umiditate se calculează cu ajutorul următoarei formule :

$$U\% = \frac{\text{greutatea lemn ud} - \text{greutatea lemn uscat}}{\text{greutatea lemn uscat}} \times 100$$

Această metodă este destul de primitivă, totuşi suficient de exactă pentru prelucrarea în atelier. Constatarea uşoară şi destul de precisă a procentului de umiditate se face deobicei cu aparate electrice speciale, care trebue să se găsească în uscătorii şi în laboratoarele de încercări.

Lemnul este higroscopic, având calitatea de a absorbi sau a reda apa mediului înconjurător. Aceste schimbări de umiditate fac ca lemnul să „lucreze" (adică să se contragă sau să se dilate). Deoarece piesele uzinate trebue să-şi păstreze dimensiunile exacte, umiditatea se stabilizează (conservă) în construcţiile de aviaţie prin tratarea lemnului la exterior cu lacuri de protecţie.

### f) Proprietăţile mecanice ale lemnului utilizat în construcţia planoarelor

Caracteristicele mecanice ale lemnului indică rezistenţa cu care lemnul se opune la rupere în cursul diverselor solicitări la care va fi supus în timpul sborului. In capitolul despre rezistenţa materialelor, s'a arătat felul în care se fac în laborator încercările la rupere ale materialului pentru diferitele eforturi. Epruvetele pentru încercări se iau din scândura din care se va confecţiona piesa respectivă. Pentru părţile principale ale planorului, ca longeroanele de aripă, rezultatele încercărilor sunt înregistrate în fişe special numerotate. Ele justifică calitatea materialului întrebuinţat, în cazul când sunt cerute în urma unui accident în sbor. Dacă în desenele de construcţii sau în caietele de sarcini nu sunt prescrise valori mai mari ale rezistenţei la rupere pentru anumite piese solicitate, lemnul de rezonanţă (de răşinoase) va trebui să aibă ca rezistenţă la rupere următoarele valori minime :

— rezistenţa la tracţiune = 800 kg/cm².
— rezistenţa la compresiune = 400 kg/cm².
— rezistenţa la încovoiere = 600 kg/cm² (pentru secţiuni masive).



Lemnul de frasin va avea ca rezistenţă la rupere următoarele valori minime :

— rezistenţa la tracţiune = 1 000 kg/cm² ;
— rezistenţa la compresiune = 450 kg/cm² ;
— rezistenţa la încovoiere = 1 000 kg/cm².

La executarea construcţiilor trebue să se ţină seamă de faptul că lemnul prezintă maximum de rezistenţă în lungul fibrelor (paralel cu ele), datorită construcţiei lui anatomice. In cazul solicitărilor la încovoiere, rezistenţa depinde şi de felul în care sunt dispuse fibrele piesei — pe lat sau pe muchie — după cum s'a arătat în capitolul despre rezistenţa materialelor.

### g) Tăierea lemnului la dimensiunile corespunzătoare pentru construcţie

Debitarea scândurilor se face cu circularul înzestrat cu una sau mai multe pânze sau cu freza verticală. La baghetele subţiri (5×9, 8×8, etc.) tăierea se face exact la dimensiunea necesară, direct din circular sau freză, utilizându-se 3—4 pânze de circular, distanţa dintre pânze fiind egală cu dimensiunea baghetelor. Grinzile mai groase se iau cu un plus de dimensiune, care se subţiază ulterior, manual, cu rindeaua. Nu este indicată utilizarea maşinii unelte de rindeluit la grosime, deoarece valţurile ei presează şi rănesc fibrele lemnului, micşorându-i rezistenţa. In timpul tăierii diferitelor piese, se ţine seamă şi de felul cum sunt dispuse inelele anuale. Astfel, la baghetele necesare fabricaţiei de nervuri, inelele anuale trebue să fie dispuse vertical sau puţin oblic pe lăţime (fig. 60).

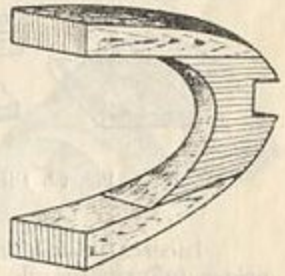


Fig. 60. Poziţia fibrei la tălpile nervurilor.

Acest lucru este necesar pentru a obţine o lipire mai bună a placajului pe bordul de atac. Explicaţia este următoarea : dacă bagheta respectivă ar avea inele anuale dispuse orizontal, în partea exterioară ea ar prezenta o suprafaţă cu părţi din creşterea de primăvară, având un lemn moale alături de porţiunile tari ale lemnului de toamnă cu care cleiul nu poate face o priză bună.

Longeroanele groase, ca şi părţile care necesită curbarea, se execută din mai multe lamele încleite, obţinându-se astfel

o îmbunătățire a rezistenței lemnului. In același timp este sigur că în interior nu se vor găsi noduri sau pungi de rășină.

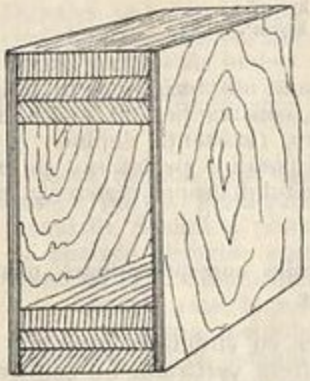


Fig. 61. Poziția fibrelor la piesele lamelate.

Lamelele vor fi tăiate cu inelele anuale dispuse deasemenea oblic sau vertical pe lățime, pentru a se realiza o mai bună încleire (fig. 61).

Patina planorului se fasonează din lemn de frasin cu inelele anuale orizontale pe lățime (fig. 62, *b*). Trebue să se aibă însă grijă ca fibrele să nu iasă afară (în răspăr), deoarece la aterisare patina se poate așchia (fig. 62, *a*).

Bunul mers al producției depinde, în mare măsură, de dimensionarea exactă a materialului lemnos la tăiere. Măsurarea dimensiunii baghetelor și a pieselor nu trebue făcută cu metrul de lemn, ci cu șublerul, până la zecimi de milimetri, lăsându-se bineînțeles plusuri necesare pentru cazul în care materialul ar mai fi prelucrat.

Fig. 62. Direcția fibrelor la platine de frasin.

Incercările mecanice și tehnologice pentru lemn sunt cuprinse în următoarele STAS-uri:

- încercare la tracțiune paralel cu fibrele STAS 336-49;
- încercare la încovoiere statică STAS 337-49;
- încercare la încovoiere prin șoc STAS 338-49;
- încercare la compresiune paralel cu fibrele STAS 86-49;
- încercare la compresiune perpendicular pe fibre STAS 1348-50;
- încercare la forfecare STAS 1600-50;
- încercare la despicare STAS 1038-50;
- determinarea umidității STAS 83-49.



### h) Placajul

Un material principal în construcția planoarelor este placajul, fabricat din 3—5—7 (un număr nepereche) de straturi (furnire), obținute prin derularea bușteniior de mesteacăn, de fag, sau de anin. Incleirea furnirelor pentru placajul de aviație se face cu un clei pe bază de rășină sintetică (sub formă de peliculă foarte elastică: ex. tegolfilm). Grosimea placajului este în funcție de grosimea furnirelor. Stratul din mijloc se așează cu fibrele perpendicular pe fibrele celorlalte două, astfel încât, pe ambele părți placajul să aibă fibrele în același sens. (Deaceea este necesar un număr nepereche de straturi).

In construcția planoarelor se utilizează ca dimensiuni curente placaje cu grosimea dela 0,8 la 5 mm. In majoritatea cazurilor grosimea merge crescând în modul următor: 0,8; 1; 1,2; 1,5; 1,8; 2; 2,3; 2,5; 3; 3,5; 4; 5 mm.

Deoarece în construcțiile de planoare placajul are de multe ori rolul de a prelua și de a transmite solicitări considerabile și de foarte mare importanță, el trebue să întrunească o serie de calități care trebue observate și încercate înainte de utilizare. In primul rând, încleirea furnirelor — straturilor — trebue să fie perfectă. Fâșiile de placaj pentru probă se țin timp de cinci zile în apă, apoi după două zile de uscare ele trebue să-și mențină forma și rezistența; dacă sunt supuse la îndoire, furnirele nu trebue să se deslipească. Nu sunt admise noduri cu diametrul peste 6 mm, crăpături și încălecări de furnire.

Verificarea interioară a încleirii și a furnirelor se face cu ajutorul unui bec foarte puternic, care luminează foaia de placaj și scoate în evidență defectele. O altă calitate pe care trebue să o aibă placajul aviatic este posibilitatea de a se îndoi în toate sensurile. Un dispozitiv simplu pentru făcut proba la îndoire este cel reprezentat în fig. 63.

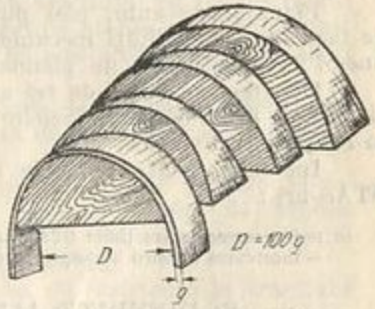



Fig. 63. Dispozitiv pentru probe de îndoire la placaje.

Jumătățile de cilindru (fig. 63) au diametrii de 100 ori grosimea placajului care se încearcă. Astfel, pentru placajul de 1 mm, diametrul pe care se îndoaie va fi de 100 mm (10 cm),

la cel de 1,2, va fi de 12 cm, etc. Fâşia de placaj pentru probă trebue să se îndoaie perfect la 180°, în lungul şi în latul fibrelor, pe diametrul respectiv, fără să prezinte crăpături.

Placajul aviatic trebue să aibă următoarele valori minime ale rezistenţei la rupere :

— rezistenţa la tracţiune în lungul fibrelor exterioare = 700 kg/cm²;
— rezistenţa la tracţiune perpendicular pe fibre = 450 kg/cm²;
— rezistenţa la tracţiune în lung şi perpendicular pe fibre = 1 400 kg/cm²;
— rezistenţa la forfecare în lungul fibrelor = 100 kg/cm²;
— rezistenţa la forfecare perpendicular pe fibre = 750 kg/cm²;
— rezistenţa la forfecare pentru un efort la 45° faţă de direcţia fibrelor = = 150 kg/cm².

Cum s'a arătat mai sus, placajul de aviaţie este confecţionat, în majoritatea cazurilor, prin derularea buştenilor de mesteacăn, de fag şi de anin.

Placajul de mesteacăn este foarte rezistent la şoc, elastic şi se deformează greu, deaceea este cel mai indicat pentru construcţiile aviatice. La noi în ţară se fabrică foarte puţin din cauza lipsei lemnului cu dimensiuni potrivite la derulaj.

Placajul de fag este suficient de rezistent şi de omogen. Este însă mai puţin elastic decât placajul de mesteacăn şi se deformează, producând ondulaţii în părţile încleite şi stricând forma aerodinamică a planorului când este utilizat la exterior. Cu toate aceste defecte, el se utilizează pe o scară largă în construcţia planoarelor, fiind ieftin, suficient de rezistent, iar materialul de derulaj găsindu-se uşor la noi în ţară.

Placajul de anin, mai puţin deformabil decât placajul de fag, are însă calităţi mecanice inferioare. Se întrebuinţează uneori în construcţia de planoare, înlocuind placajul de fag.

Deoarece placajul de tei are calităţi mecanice inferioare şi nu face priză bună de încleire cu tegofilmul, nu este utilizat în construcţii aviatice.

Încercări pentru placaje sunt cuprinse în următoarele STAS-uri :

— încercarea la tracţiune STAS 1811-50;
— încercarea încleirii la desprindere prin forfecare STAS 1809-50.

## B. DIFERITE ALTE MATERIALE

### a) Cleiul

Îmbinarea (legarea) pieselor lemnoase care compun planorul se face cu clei. Se întrebuinţează excluziv cleiul rece. Deoarece acest material ia parte efectivă la solicitările aparatului, el trebue să îndeplinească deosebite calităţi de rezistenţă şi de durabilitate. In general, cleiul utilizat în construcţia de planoare trebue să fie :

— uşor de preparat şi de manipulat în timpul lucrului,
— rezistent la umiditate,
— să nu-şi schimbe proprietăţile mecanice de rezistenţă în decursul timpului şi la variaţii de temperatură,
— să nu fie atacat de agenţi organici (ciuperci, microorganisme, etc.),
— să aibă rezistenţele mecanice minime impuse prin caietele de sarcini pentru încleire.

Cel mai utilizat clei este cel pe bază de cazeină (din lapte) preparat special pentru construcţii aviatice; el este cunoscut sub diferite numiri comerciale (Certus, Caseol, etc.). Acest clei, în formă de praf fin, se prepară direct prin amestecare cu apă curată, în proporţii variabile. După preparare poate fi utilizat timp de 5—8 ore. Pentru încleire el nu necesită presiuni prea înalte, iar după 12 ore de uscare piesa respectivă se poate prelucra. Rezistenţa maximă o are după şase zile, temperatura de uscare fiind cuprinsă între 15 şi 20 °C.

Un alt clei întrebuinţat în construcţiile aviatice se fabrică pe bază de răşină sintetică şi este cunoscut sub numele comercial de Kaurit, Melocol, etc. El este compus dintr'un praf, complectat cu un întăritor şi fixator lichid, deobicei colorat. El necesită pentru încleire presiuni mai înalte. La loviture este destul de casant, adică mai puţin elastic decât cleiul pe bază de cazeină. Prezintă avantajul că rezistă foarte bine la umezeală. In general, lucrul de atelier cu cleiul kaurit este mai dificil, mai pretenţios şi cu posibilităţi destul de mari de rebutare a pieselor încleite.

Există cleiuri speciale pe bază de răşină sintetică care sunt elastice ca şi cleiurile pe bază de cazeină, însă sunt mult mai puţin rezistente la umezeală.

Inainte de utilizarea oricărui clei se fac probele de rezistenţă mecanică în laborator. Epruvetele (fig. 64) trebue dimensionate şi încleite cu mare grijă. De rezistenţa cleiului depinde întreaga construcţie a planorului.

Incercarea cleiului prin proba de rezistenţă la tracţiune se poate face uşor cu aparatul descris în capitolul despre rezistenţa materialelor (fig. 11). După ce epruveta este strânsă între fălcile aparatului, se face reglarea cu ajutorul acului indicator şi se aşează pe platan greutăţi până când se rupe porţiunea încleită. Se notează greutatea de pe platan, adăugându-i tara braţului de pârghie şi a platanului, şi se împarte această

valoare la secțiunea suprafeței meleite (pentru epruveta de mai sus secțiunea are 10 cm²), obținându-se astfel rezistența cleiului în kg/cm². Se repetă această încercare cu trei epruvete, se calculează media și dacă aceasta corespunde cu valorile

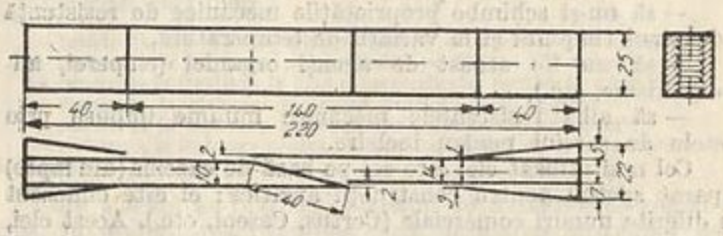



Fig. 64. Epruvete pentru proba de rezistență a cleiului.

indicate mai jos, cleiul poate fi dat în folosință. Rezistența la tracțiune trebue să aibă următoarele valori minime: 55 kg/cm² după 6 zile de uscare; 20 kg/cm² după ce a stat 24 ore în apă și 50 kg/cm² după ce epruveta ținută 24 ore în apă a fost uscată din nou timp de 48 ore.

### b) Oțeluri și alte materiale

1. **Tabla de oțel.** In construcția pieselor metalice ale planoarelor se întrebuințează tablă de oțel, care poate fi sudată și prelucrată ușor. Pentru a-i cunoaște calitățile, în lipsa încercărilor precise de laborator, în practica obișnuită de atelier se pot face câteva încercări simple. De exemplu: tabla trebue să permită îndoirea pe un bolț cu raza egală cu grosimea ei, fără să prezinte fisuri. Sudându-se două fâșii de tablă în cruce și îndoind apoi brațele crucii cu 90°, sudura nu trebue să sară și nici să prezinte crăpături.

Caracteristicele principale, fizice și matematice, cerute tablei de oțel în construcțiile de planoare sunt următoarele: pentru piese cu forme diferite se utilizează tablă de oțel călit normal, bine sudabil, cu rezistența la tracțiune între 38—48 kg/mm² și cu alungirea procentuală la rupere mai mare decât 26%. Pentru feruri de joncțiune se utilizează tablă de oțel călit, bine sudabil, cu rezistența la tracțiune mai mare decât 50 kg/mm² și cu alungirea procentuală la rupere peste 16%.

In cazul ferurilor speciale de mare rezistență se întrebuințează tabla de oțel MoC îmbunătățit, sudabil având rezistența la tracțiune între 60—75 kg/mm² și alungirea procentuală la rupere peste 12%. Când materialul se procură nou din comerț se arată calitățile necesare după STAS-urile respective. Inainte de întrebuințare este recomandabil să se facă totuși încercări de laborator sau cel puțin proba de atelier.



2. **Țeava de oțel.** Organele de comandă și de legătură, iar la unele tipuri speciale de planoare, chiar întregul fuzelaj, sunt construite din țeavă de oțel (Mannesman) trasă, având rezistența egală pe toată suprafața. Pentru dimensiunile de țeavă până la diametrul de 12 mm se poate folosi țeava de oțel cu rezistența la tracțiune de 40 kg/mm² și cu alungirea procentuală la rupere mai mare decât 22%. In cazul niturilor tubulare; pentru prinderea ferurilor se utilizează țeava de oțel carbon de calitate, cu rezistența la tracțiune peste 40 kg/mm² și cu alungirea procentuală peste 25%. La fabricarea organelor de mare rezistență se folosește țeava de oțel special crom-molibden, cu rezistența la tracțiune de 60—75 kg/mm² și cu alungirea procentuală a ruperii peste 12% arătată mai sus. Afară de aceste încercări mecanice, pentru utilizarea țevilor se fac probe de atelier, ca de exemplu: se bate țeava pe lat, la rece, până când se turtește; în această stare ea nu trebue să prezinte crăpături. Se sudează țevile în diferite forme și se încearcă dacă sudura rezistă și dacă în jurul ei nu sunt fisuri. Toate aceste categorii de țevi, arătate mai sus, trebue să fie fabricate din oțeluri sudabile (vezi: STAS 529 și 530-49. Țevi de precizie și de înaltă precizie trase la rece).

3. **Bare și forme profilate de oțel.** Bolțurile de legătură între organele planorului și diferitele axe de rotire se prelucrează din bare rotunde de oțel cu diametri corespunzători. In cazul bolțurilor se întrebuințează oțelul MoC îmbunătățit, având ca valori de rezistență la tracțiune între 90 și 105 kg/mm² și ca rezistență procentuală la rupere 8%. Pentru axe se folosește oțelul de cementație.

Buloanele se execută deobicei din oțel profilat la rece, cu rezistențe la tracțiune între 50 și 75 kg/mm². Pentru anumite feruri speciale buloanele și piulițele se confecționează din oțel MoC îmbunătățit. Deoarece și la dimensionarea părților metalice trebue obținută o economie de greutate, desigur că aceste piese trebue executate din material de mare rezistență pentru a obține o secțiune mai mică. Folosirea oțelurilor slabe, cum și a șuruburilor și a buloanelor obișnuite din comerț nu este admisă, putând da loc prin ruperea unor părți principale ale planorului la accidente în timpul evoluțiilor de sbor.

Pentru *oţeluri speciale* există următoarele STAS-uri:

| | | |
|---|---|---|
| — oţel crom-molibden pentru cementare şi îmbunătăţire | STAS | 792-49 |
| — oţel nichel şi crom-nichel | „ | 793-49 |
| — oţel carbon de calitate prelucrat la cald | „ | 880-49 |
| — oţel crom şi crom-mangan pentru cementare şi îmbunătăţire | „ | 872-49 |
| — oţel mangan, crom, mangan-crom şi crom-vanadiu pentru îmbunătăţire | „ | 873-49 |

Pentru *încercări mecanice şi tehnologice* ale metalelor:

| | | |
|---|---|---|
| — încercarea la tracţiune | „ | 200-49 |
| — încercarea la compresie | „ | 1552-50 |
| — încercarea densităţii | „ | 165-49 |
| — încercarea de rezilienţă | „ | 1400-50 |
| — încercarea la îndoire | „ | 777-49 |
| — încercarea la îndoire alternantă | „ | 1117-50 |
| — încercări mecanice şi tehnologice ale ţevilor de oţel | „ | 1111-50 |

*Produse finite*

| | | |
|---|---|---|
| — şuruburi cu cap hexagonal şi filet metric | STAS | 920-49 |
| — piuliţe hexagonale şi filet metric | „ | 922-49 |
| — şuruburi pentru lemn | „ | 1450-50 |
| — rondele | „ | 1388-50 |

4. **Cablul de oţel.** Pentru manevrarea comenzilor, ca şi pentru fixarea aripelor la planoarele de şcoală se utilizează cablurile de oţel. Se deosebesc două categorii de cabluri: cablul suplu şi cablul rigid.

*Cablul suplu* este construit dintr'un număr de toroane răsucite în jurul unui miez de cânepă. Fiecare toron este compus din mai multe fire de sârmă de oţel, foarte subţiri.

*Cablul rigid*, spre deosebire de cel suplu, are miezul din sârmă de metal. Ca fabricaţie, cablurile de oţel sunt diferite, atât ca formă de împletire, cât şi ca număr de toroane şi de fire. Rezistenţa la tracţiune a cablului trebue să fie cuprinsă între 80 şi 100 kg/mm². Legarea laolaltă a cablurilor se face prin matisare (v. capitolul despre prelucrarea materialului).

5. **Sârma de oţel.** Deşi încordările planoarelor cu sârmă de oţel au fost scoase în ultimul timp aproape complect din uz, totuşi la planoarele de şcoală se păstrează acest material pentru încordarea grilajului. Rezistenţa la rupere prin tracţiune trebue să fie cuprinsă între 180 şi 200 kg/mm², cu alungirea procentuală la rupere de 3%. Aceasta, pentru sârma de oţel cu diametrul dela 1—1,5 mm. In cazul diametrilor mai mari, alungirea procentuală la rupere creşte şi rezistenţa scade, în schimb se lucrează mult mai uşor. Sârma de oţel decălită îşi pierde proprietăţile mecanice rezistenţa ei la tracţiune scăzând până la 80 kg/mm². Deacea decălirea nu este indicată pentru uşurarea lucrului la legarea sârmelor între ele. La fabricarea



resorturilor spirale se întrebuinţează sârma de oţel cu calităţile mecanice menţionate mai sus.

Afară de materialele de oţel indicate mai sus, se utilizează şi piese gata fabricate, ca rulmenţii pe bile ficşi şi piese gata fabricate, ca rulmenţii pe bile ficşi şi oscilanţi pentru lagărele părţilor mobile întrebuinţate în construcţia planorului.

Pentru materialele din acest subtitlu există următoarele STAS-uri:

— sârmă de oţel pentru arcuri (STAS nr. 892, 893, 889 şi 890-50.
— clasificarea rulmenţilorSTAS 1678-50

6. **Aluminiul** este un metal uşor; deoarece are rezistenţă foarte mică (între 10 şi 15 kg/mm²), nu este utilizat la construcţia pieselor supuse la solicitări. In construcţia planoarelor este folosit numai sub formă de table, ţevi şi sârmă. Din tabla de aluminiu se confecţionează profilajele, trecerile între ampenaje, boturile de planor, portiţe curbate, etc. Prelucrarea tablei, ca şi a aluminiului curat, în general este foarte uşoară. Ţeava de aluminiu se utilizează pentru conducte la aparatele de bord şi pentru trecerile interioare ale cablurilor de comenzi. Din sârma de aluminiu se confecţionează nituri pentru fixarea tabelelor în locurile fără solicitări prea mari.

Pentru materialele de aluminiu există următoarele STAS-uri:

| | | |
|---|---|---|
| tablă de aluminiu | STAS | 428-49 |
| aluminiu în bare rotunde | „ | 2339-51 |
| ţevi trase din aluminiu | „ | 524-49 |

7. **Duraluminiul** (dural) este un aliaj mai uşor decât aluminiul, cu calităţi remarcabile de rezistenţă, având rezistenţa la tracţiune de circa 42 kg/mm². Se prelucrează mai greu decât aluminiul şi se foloseşte în construcţie sub formă de table, de bare şi de ţevi, de diferite dimensiuni. Fiind suficient de rezistent, la unele construcţii înlocueşte pârghiile profilate de oţel.

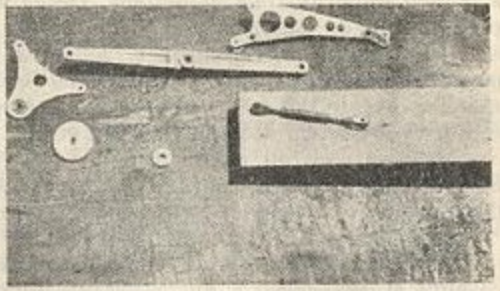


Fig. 65. Piese fabricate din metale uşoare şi din alamă (pârghii, scripete, rondele, tendoare).

Din duralumin se fabrică deasemenea portiţe de control, plăci de acoperire, pârghii de trecere, role, etc. Prinderea

tablelor de duralumin între ele se face deobicei cu nituri de aluminiu sau de duralumin.

Intrucât duralul corodează uşor, el trebue protejat la suprafaţă prin lăcuire sau prin tratamente speciale (vezi la mijloace de protecţie contra coroziunii).

8. **Pantalul, siluminiul, hidronaliul** — ca şi aliajul de magneziu numit electron (cel mai uşor dintre aceste metale) sunt celelalte aliaje ale aluminiului şi au o largă utilizare în construcţia avioanelor, însă în construcţia planoarelor sunt folosite numai în cazuri excepţionale.

9. **Bronzul şi arama.** Lagărele paliere pentru anumite organe mobile, cum şi diferitele ghidaje se confecţionează din bronz. Totuşi, acest metal, ca şi arama, fiind greu, nu se utilizează pe scară largă, decât numai în cazul planoarelor de construcţie mai ieftină, la care înlocueşte lagărele pe bile.

10. **Pânza.** In majoritatea cazurilor, aripele şi ampenajele planorului sunt îmbrăcate cu pânză, ea fiind unul dintre materialele folosite în cantităţi mari la construcţie (între 20 şi 50 m²). Se foloseşte aproape exclusiv pânza de bumbac, care trebue să aibă următoarele caracteristice: să fie fabricată din fire de bumbac mercerizat cu ţesătura regulată, netedă, fără defecte şi neapretată. Ţesătura trebue să fie deasă, cu 30 şi 35 fire, atât în urzeală cât şi în bătaie. Greutatea unui metru pătrat de pânză trebue să fie cuprins între 50 şi 70 g şi rezistenţa la tracţiune, între 500 şi 700 kg/m.

Intinderea pânzei pe planor se face cu ajutorul unui lac de nitro-celuloză (emailită) care are, în acelaşi timp, rolul de a o face impermeabilă şi netedă. De calitatea pânzei depinde şi cantitatea de lac de impregnare folosită. O pânză rară, pentru a fi impregnată corespunzător, consumă aproape 1,50 kg lac pe metru pătrat, pe când la o pânză cu ţesătura deasă consumul specific este de 0,5—1 kg. Proba de impregnare şi de întindere a pânzei necesară, atât la alegerea ei cât şi a lacului de nitroceluloză, se face cu ajutorul unei rame de lemn, pe care se întinde şi se impregnează pânza. Incercările se fac pentru impermeabilitate, netezime şi consum specific de lac de nitroceluloză.

Deşi pânza de mătasă naturală este foarte uşoară, ea nu este recomandabilă, deoarece impregnată cu nitro-lac devine casantă şi, în acelaşi timp, rezistenţa ei scade.

Pânza de in, deşi este foarte rezistentă, fiind mult prea grea (circa 200 g/m²), este întrebuinţată mai mult la împânzirea avioanelor sau a planoarelor grele de transport.

Tot din fire de bumbac este făcut şi şiretul jaconet (banda de lardaj) cu care se lipeşte marginea pânzei pe piesele planorului şi se înfăşoară nervurile de care se coase pânza. Lăţimea şiretului este diferită, practic însă se întrebuinţează în general lăţimi de 10, 15 sau de 20 mm. Coaserea pânzei se face cu fire de bumbac (aţă) rezistente, toarse la dimensiuni formate pentru maşinile de cusut.

11. **Materiale plastice şi sintetice.** La fabricarea capotelor postului de pilotaj (fig. 66) se folosesc materiale plastice transparente, care nu se sparg. Celuloidul este cel mai mult întrebuinţat, fiind foarte elastic, uşor de prelucrat şi destul de transparent. Are desavantajul că se îngălbeneşte la soare, se aprinde uşor, este higroscopic, iar cu timpul devine casant. Celonul are aceleaşi calităţi ca şi celuloidul şi nu este inflamabil. Aceste două materiale plastice sunt fabricate din celuloză.

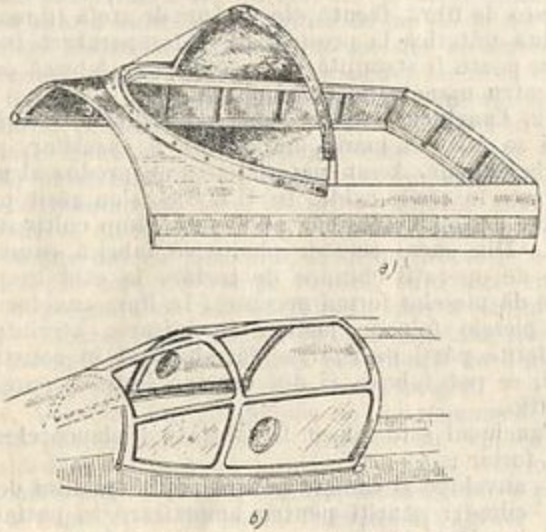



Fig. 66. Capac pentru acoperirea carlingei de planor
a — capac cu parbriz la planoare de scoală; b — capotă închisă la planoare de performanţă.

*Plexiglasul* este un material sintetic, transparent, fabricat din var, cărbune şi apă. Deşi este mai puţin elastic decât celuloidul, se poate totuşi uşor modela în formele necesare, prin încălzire. Nu se îngălbeneşte la soare şi are o transparenţă mai bună decât celuloidul, şi chiar decât sticla. Desavantajul plexiglasului constă în faptul că se dilată şi se contractă mult

la schimbări de temperatură; deaceea crapă uşor în porţiunile unde este fixat prin nituire.

*Astralonul* este deasemenea un material transparent sintetic, mai elastic decât plexiglasul, cu o culoare albăstruie. Nu poate fi însă modelat în forme sferice, ceeace la planoarele de performanţă este absolut necesar; se poate utiliza bine în părţile unde capota are o curbură normală.

Dintre materialele sintetice presate, cea mai utilizată este placa de fibră, făcută din resturi de stofă fibroasă, încleită cu răşină sintetică la presiune şi la temperatură înalte. Placa de fibre poate fi strunjită bine; din ea se fabrică scripeţi, butoni pentru maneta de comandă, etc.

12. **Cauciucul.** Amortisarea şocurilor la aterisarea planorului se face în marea majoritate a cazurilor, prin dispozitive de cauciuc. Acest material este un produs al unui arbore care creşte în ţările calde. In U.R.S.S. s'au găsit procedee de extragere a cauciucului din plante de câmp cultivate pe scară întinsă. Din sucul acestor plante se fabrică cauciucul după o serie de operaţii chimice de tratare la cald în prese până când se dă pieselor forma necesară. In lipsa cauciucului, multe dintre piesele folosite pentru amortisarea aterisării cum şi alte diferite părţi de cauciuc întrebuinţat în construcţia planorului, se pot fabrica şi din cauciuc sintetic, care este mult mai ieftin.

Cauciucul este folosit la fabricarea planoarelor în următoarele forme:

— anvelope şi camere pentru roţile trenului de aterisare,
— cilindri găuriţi pentru amortisare la patine,
— bandă şi burete pentru garnituri de etanşeitate,
— tuburi pentru racordarea aparatelor de bord,
— forme diverse pentru anumite construcţii speciale.

Un compus al cauciucului este ebonitul, din care se fabrică planşe şi carcase pentru aparate de bord.

13. **Materiale de impregnare.** In construcţia planoarelor pentru impregnare se folosesc, în general lacurile al căror scop este să întindă pânza, să o menţină elastică şi să-i mărească rezistenţa. In acelaşi timp, ele au rolul de a o face impermeabilă la apă, aer, etc. şi de a-i netezi suprafaţa, spre a obţine o micşorare a frecării cu aerul în timpul sborului. In acest scop, se foloseşte lacul pe bază de acetat de celuloză sau de nitro-celuloză, numit emaita sa aviatin de impregnare. Acest lac poate fi incolor sau colorat.

Pentru lipirea pânzei pe lemn se întrebuinţează deasemenea un lac de nitro-celuloză, preparat special, care măreşte



calităţile de lipire. Realizarea unei suprafeţe lucii, după ce pânza este impregnată şi întinsă, se obţine dând peste emaită un strat de lac de nitro-celuloză incoloră, de o constituţie mai fină.

Lemnul întrebuinţat în construcţie trebue să fie protejat, pentru a nu da loc la contrageri sau dilatări (umflări), din cauza creşterii sau scăderii umidităţii, adică, lemnul trebue să fie stabilizat. Acest lucru se obţine, fie printr'o injectare interioară cu soluţii chimice, fie printr'un lac de protecţie aplicat la exterior. Deoarece părţile lemnoase din construcţia planorului necesită multe reparaţii de încleire, lacul de impregnare care se foloseşte, nu trebue să pătrundă în interiorul lemnului. El trebue să poată fi îndepărtat uşor şi curăţit, în locul unde se va face încleirea. In consecinţă este necesară o pojghiţă (peliculă) exterioară de lac protector, impermeabil. In acest scop se întrebuinţează lacul de nitro-celuloză, spirt-lacul sau un lac care să nu fie prea gras. Pentru a vedea şi deosebi uşor părţile lăcuite de cele nelăcuite, lacul de protecţie se colorează puţin. Părţile care nu vor fi vopsite, cum este uneori cazul pânzei impregnate cu nitro-celuloză, spre a obţine un luciu perfect, se lăcuesc cu lac incolor pe bază vegetală, special pentru finisaj. Acest lac trebue să aibă proprietăţi de durabilitate şi de acoperire, pentru a nu îngreuna aparatul.

14. **Vopsele.** La planoarele de antrenament şi de performanţă părţile exterioare se vopsesc cu vopsea colorată, preparată deobicei pe bază de nitro. Ca bază, cele mai indicate sunt lacurile nitro incolore, diluate, deoarece fac o priză foarte bună cu suprafeţele de lemn. Astuparea găurilor produse în timpul construcţiilor se face cu un chit pentru spaclu, corespunzător vopselelor de acoperire. Pentru a obţine o suprafaţă uniformă, înainte de stropirea cu vopsea colorată (Duco) se şlefueşte chitul, la umed, cu hârtie sticlată, specială, foarte fină (nr. 350—400). Umezirea hârtiei se face, fie cu apă, fie cu petrol. Acesta din urmă este mai indicat la şlefuirea suprafeţelor făcute din placaj de fag, deoarece apa are o mare influenţă asupra fagului, făcându-l să lucreze.

Chitul pentru stropit este utilizat deobicei pentru părţile metalice sau pentru suprafeţele planoarelor de performanţă, spre a obţine o acoperire mai bună a neregularităţilor.

In interiorul planorului, vopsirea se face cu vopsele email, pe bază de ulei.

Diluarea lacurilor nitrice de impregnare şi a vopselelor pe bază de nitro se efectuează cu ajutorul nitro-diluantului sau cu acetonă. In cazul vopselelor nitro colorate este indicat ca

diluarea să se facă cu nitro-diluant, iar nu cu acetonă, pentru a obține un luciu mai bun. Este preferabil deasemenea ca aceeași fabrică de produse chimice să livreze atât vopseaua, cât și diluantul corespunzător ei. Condițiile generale pe care trebue să le îndeplinească vopselele pentru impregnarea planoarelor sunt :

— să acopere bine, în straturi cât mai subțiri,
— să fie suple (să nu plesnească ușor),
— să fie durabile la soare și la apă.

Toate lacurile și vopselele pe bază de nitro-celuloză trebue stocate și manipulate cu multă grijă, fiind foarte volatile și ușor inflamabile.

15. **Materiale și mijloace de protecția contra coroziunii metalelor.** Cea mai simplă protejare a ferurilor contra ruginii este lăcuirea sau vopsirea. Pentru a nu îngreuna prea mult prin vopsirea cu miniu de plumb, este suficientă vopsirea cu lac-email colorat, dat peste o bază de vopsea de ulei cu aderență bună la metale. Lăcuirea ferurilor prezintă deasemenea avantajul că indică ușor, prin plesnirea lacului, locul unde ferura are un defect. Acest sistem prezintă desavantaje, deoarece montajul și manipularea ferurilor lăcuite trebue făcute cu multă grijă, pentru ca să nu sară lacul în unele locuri și metalul să nu fie expus ruginirii. Deasemenea, la ferurile părților demontabile și, în special, la ferurile de jonțiune, lăcuirea nu este indicată.

Metodele tehnice avansate prevăd pentru protecție contra ruginii, operații prin care se depun pe suprafața oțelului straturi subțiri de metale inoxidabile. Dintre aceste metode cele mai utilizate sunt :

16. **Cadmiajul**, adică depunerea unui strat foarte subțire de cadmiu, cu ajutorul băii electrolitice. Piesele de oțel curățite perfect, și spălate sunt introduse într'o baie electrolitică, cu o soluție de cianură de cadmiu, care, prin electroliză, se depune într'un strat subțire, de culoare albă, strălucitoare, foarte rezistent la coroziune. In acest fel, atât ferurile făcute din tablă de oțel, cât și buloanele și bolțurile sunt protejate împotriva ruginii.

17. **Cromajul** se obține deasemenea în baia electrolitică, însă cu o soluție de acid cromic. Stratul care se depune are aceleași calități ca și în cazul cadmiajului.

18. **Zincarea** se realizează tot în baie electrolitică, folosind o soluție de sulfat de zinc care se depune pe suprafața oțelului.

Afară de aceste metode, obținute prin electroliză, se utilizează și procedee chimice cum este de exemplu „parcherizarea". Acest procedeu, prevede introducerea pieselor de oțel într'o baie fierbinte, cu soluție de fosfat complex de fier și de mangan care se depune la suprafață, sub formă de oxizi metalici, de culoare neagră, foarte rezistenți la coroziune.



Protecția contra coroziunii metalelor ușoare aluminiul și duraluminiul se efectuează prin lăcuire cu lac incolor de nitroceluloză, aplicat cu pistolul (Duco) sau prin oxidare anodică (electroliză), în care electrolitul este o soluție de acid cromic. Pe suprafața pieselor (puse la anod) se obține o peliculă asemănătoare unui lac strălucitor, transparent.

Tot ca protecție contra ruginii se utilizează, în timpul stocajului, uleiurile minerale și vaselina consistentă. Acestea au și rolul de ungere, în special la bolțuri, șuruburi și axele pieselor mobile ale planorului.

Afară de aceste materiale principale, descrise pe scurt în capitolul de mai sus, în construcția de planoare se întrebuințează o serie de alte materiale, în cantități mai reduse. Astfel, există conducte electrice pentru aparate de bord și semnalizare, materiale de tapițerie, chingi de fixare, etc., care trebue să aibă, din toate punctele de vedere, calități excepționale.

Printr'o bună cunoaștere a tehnologiei materialelor se poate înlocui de multe ori, în condiții optime, un material cu un altul, fără ca prin aceasta planorul să fie slăbit, respectându-se caietele de sarcini. In acest sens, experiența Uniunii Sovietice ne dă o serie întreagă de exemple. In sectoarele de producție sovietice, cu ajutorul cunoștințelor tehnologice avansate, muncitorii și tehnicienii, au obținut reduceri de prețuri, economii și mari acumulări de bunuri socialiste (ca exemple pot servi Uzinele Calibre de instrumente de măsurat și P.U.R. de rulmenți, ambele din Moscova), scăzând în același timp rebuturile și îmbunătățind calitatea produselor.

Realizarea sarcinilor trasate de Planul Cincinal pentru construirea bazelor socialismului în țara noastră, se poate atinge mai ușor folosind experiența și exemplul oamenilor sovietici.

## C. PRELUCRAREA MATERIALELOR

### a) Incleirile

Legătura dintre diferitele piese de lemn sau placaj întrebuințate în construcția planorului se face numai prin încleire, fără cuie, șuruburi sau nituri. Deci, întreaga rezistență a piesei este în funcție de calitatea acestei încleiri, care depinde

pe de o parte, de calitatea cleiului preparat, iar pe de altă parte, de operația încleirii propriu zise. Cleiul cel mai utilizat este cel preparat pe bază de cazeină. El trebue păstrat închis ermetic, de preferință în cutii de tablă inoxidabilă, astfel încât să nu pătrundă aerul — care conține totdeauna umezeală, deoarece îl alterează ușor. Cutiile nu trebue să fie prea mari, tocmai pentru a nu rămânea loc gol, iar când o parte din clei a fost consumată, este recomandabil ca restul să fie mutat în cutii de dimensiuni mai mici. Un clei care a fost rău stocat, adică a stat mult timp în contact direct cu aerul și deci cu umezeala, își pierde calitățile de rezistență, nu se mai disolvă bine, ci formează cocoloașe care îl fac de neintrebuințat. Același lucru se întâmplă dacă la scoaterea cleiului din cutie se întrebuințează scule umede sau murdare.

1. **Prepararea cleiului.** Fiecare marcă de clei aviatic are modul ei specific de preparare, cu cantitatea de apă necesară. Nu este indicat ca de fiecare dată, prepararea să se facă cu aproximație, deoarece prescripția tehnică asigură totdeauna maximul de randament, iar cleiul preparat conform prescripțiilor păstrând totdeauna aceleași proporții, are deci și aceeași calitate de rezistență. Apa utilizată la prepararea cleiului trebue să fie proaspătă și curată; în niciun caz nu trebue să fie stătută sau turbure. Vasul pentru preparare poate fi de porțelan, de sticlă, de ebonit sau de lemn. Vasele de metal nu pot fi întrebuințate, deoarece, împreună cu materiile chimice care compun cleiul, dau naștere la fenomene care strică rezistența cleiului. Vasele trebue ținute absolut curate. Înainte de preparare se curăță bine de resturile de clei rămase din ziua precedentă, iar pentru ușurarea acestui lucru, seara, după utilizare, se umplu totdeauna cu apă. Cleiul de cazeină preparat proaspăt poate fi întrebuințat timp de circa șase ore, iar vara, în zilele călduroase, numai patru ore. Dacă depășește acest timp, el nu mai prezintă calitățile mecanice necesare construcției de planoare. Dacă începe să se îngroașe din cauză că a stat prea mult, nu este permis să fie diluat cu apă.

2. **Pregătirea încleirilor.** Părțile lemnoase care se încleie laolaltă trebue curățite perfect, ca să nu aibă praf, resturi de clei vechi, grăsimi sau pete de sudoare care pot astupa porii lemnului. Cleiul formează în porii lemnului o împletitură asemănătoare cu radicelele fine, care asigură rezistența încleirii. Dacă totuși, din neatenție, rămân urme de grăsime sau de pete de sudoare, provenite din timpul manipulării piesei, acestea se spală bine cu acetonă și se lasă să se usuce trecându-se numai după aceea la încleire.



Cleiul se aplică în cantitate suficientă pe ambele piese care urmează să fie lipite și se lasă puțin timp, pentru ca să intre în porii lemnului înainte de a fi presat.

Timpul de presare depinde, în cea mai mare măsură, de temperatura atelierului; la 15 °C piesele încleite pot fi scoase din presă, după șase ore. După 24 ore de uscare, la temperatură normală (15...20 °C), piesa încleită poate fi prelucrată. Temperatura minimă la care se poate face încleirea este de 12 °C; sub această temperatură, cleiul nu mai face priză bună și dacă piesa nu este bine controlată, se poate produce o desprindere sau rupere în timpul sborului.

3. **Presarea.** La presarea pieselor trebue observat ca pe toate părțile încleite să iasă puțin clei; acest surplus nu trebue șters, cum se procedează la mobile, ci el trebue să rămână până când piesa este controlată, spre a se asigura că încleirea a fost făcută cu clei suficient. Suprafețele de lemn care trebue încleite, indiferent de forma pe care o au, trebue să se potrivească exact, fără niciun fel de toleranță, astfel încât, atunci când se presează, să se aplice perfect una pe alta. Presiunea care se exercită la strângerea pieselor trebue să fie suficientă și uniformă, astfel încât cleiul să intre pretutindeni în porii lemnului. La încleirea suprafețelor mari, pentru potrivirea lor este necesar a se folosi mașini unelte pe întreaga suprafață de lipit. Trebue să se țină seamă de faptul că cleiul, spre deosebire de chit, nu astupă neexactitățile suprafețelor lucrate. Pentru încleirea părților care anterior au fost lăcuite, trebue curățit întâi tot stratul de lac. Deaceea la impregnarea materialului lemnos folosit în construcția de planoare nu este admisă utilizarea lacurilor grase pe bază de uleiuri. Înainte de încleire, lemnul se curăță cu rindeaua cu dinți fini. Această sgâriere a suprafeței trebue făcută cu grijă, fără să se aschieze fibrele și fără rizuri mari. După rindeluire lemnul se curăță bine de praf. Pentru placaj nu se utilizează rindeaua cu dinți, ci hârtia sticlată, cu ajutorul căreia se șlefuește diagonal pe fibre, apoi se curăță praful cu peria, urmând apoi încleirea. Este recomandabil ca piesele pregătite pentru încleire să nu mai fie atinse cu mâna pe suprafețele pe care se va aplica cleiul, deoarece transpirația mâinii în contact cu lemnul dă naștere unui proces chimic care împiedică priza cleiului. In construcția planorului mijloacele de presare a încleirilor depind de locul și de forma pieselor care trebue încleite. Cel mai cunoscut și întrebuințat dispozitiv de presare este șurubul de strâns metalic sau de lemn (fig. 89). El este construit în diferite dimensiuni; deschiderea șuruburilor metalice se poate regla, pe când la

cele de lemn, ca este fixă. In construcţia planorului sunt însă şi părţi care nu permit utilizarea şuruburilor, din cauză că sunt plasate în spaţii acoperite sau sunt atât de subţiri, încât nu suportă o greutate mare. In aceste cazuri se folosesc pentru presarea încleirii cleme confecţionate din sârmă de oţel, sau ţinte bătute pe şipci sau pe fâşii de placaj ori dispozitive de strângere speciale, adaptate la necesităţile construcţiei. Pentru a obţine o presiune de lipire suficientă şi uniformă pe toată suprafaţa pieselor de încleit, se montează căluşi de lemn gros (proporţional cu presiunea necesară) care se strâng cu ajutorul şuruburilor de strâns. Aceşti căluşi de lemn trebue tăiaţi după forma piesei şi dimensionaţi în aşa fel şi în număr suficient, încât să se obţină o repartiţie uniformă a presiunii de strângere. Şurubul de strâns nu trebue aplicat direct pe piesa ce se încleiază, chiar dacă este de dimensiune mică. Intre şurub şi piesa care trebue presată se montează totdeauna un căluş, pentru a nu vătăma lemnul din care este confecţionată piesa respectivă.

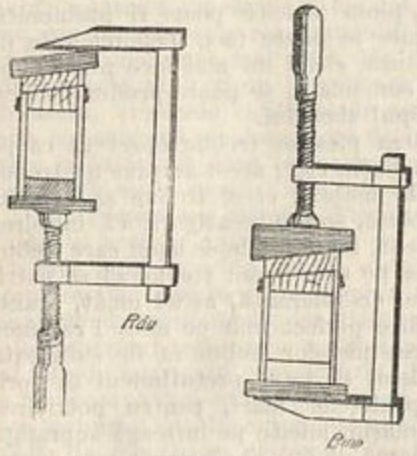


Fig. 67. Încleirea pieselor oblice.

Pentru a obţine o presare corectă a suprafeţelor de lipire oblice, trebue să se ajusteze unul dintre căluşi sub formă de pană, care să completeze la orizontală partea înclinată a piesei (fig. 67).

Incleirea suprafeţelor mari (lamele, placaje, etc.) trebue executată cu foarte multă grijă, strângerea făcându-se dela mijloc spre margine, astfel încât cleiul să se întindă peste tot şi să pătrundă uniform în porii lemnului. Cu cât piesa este mai mare cu atât şi şuruburile de strâns vor fi mai mari şi mai puternice. Pentru presări mai slabe, cum este lipirea calelor mici de legătură, în locuri inaccesibile şurubului de strâns, se folosesc clente, confecţionate din sârmă de oţel (fig. 68).

Pentru a nu se răni ţesutul lemnos al piesei, se montează sub partea ascuţită a clemelor un mic căluş. Presiunea care se



poate obţine prin folosirea clemelor depinde de grosimea sârmei de oţel din care ele sunt confecţionate.

La contraplacarea formelor curbe sau a unor piese închise ca, de exemplu bordul de atac la aripe, contraplacajul fuzelajului, etc., presarea încleirilor se face cu ajutorul ţintelor bătute în fâşii de placaj sau de lemn. (fig. 69). Distanţa dintre

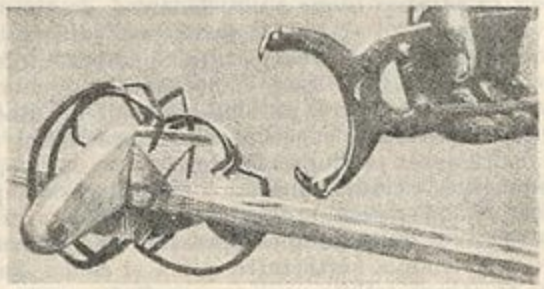


Fig. 68. Cleme de presare.

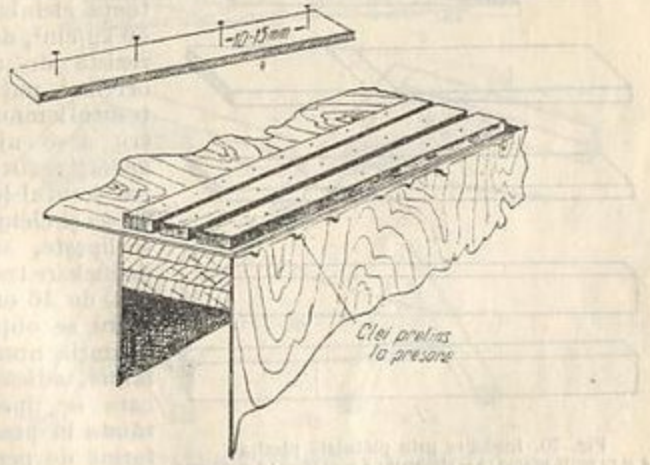



Fig. 69. Presarea prin fâşii de placaj cu ţinte.

cuie pe aceste fâşii trebue să fie de 10—15 mm, iar lungimea ţintelor, de 10—20 mm. In ceeace priveşte grosimea ţintelor

este preferabil ca ele să fie cât mai subțiri, pentru a nu produce o slăbire prea mare a pieselor în care sunt bătute.

După trecerea timpului normal de uscare a încleirii, fâșiile cu ținte se scot cu ajutorul unei dălți neascuțite. In niciun caz nu se vor întrebuința la strângerea încleirii *cuie bătute direct în piesă și lăsate acolo*, deoarece, cu timpul, cuiele ruginesc, *atacă* lemnul și *slăbesc foarte mult rezistența piesei*. Altă metodă pentru strângerea placajului pe bordul de atac al aripei, constă în folosirea unor dispozitive cu bandă lată de oțel subțire, care înconjură profilul bordului de atac și este strânsă cu șuruburi sau cu pene. Presiunea astfel obținută este mai înaltă decât presiunea fâșiilor bătute cu cuie, productivitatea muncii este cu mult mărită și calitatea este superioară.

Indiferent de sistemul de strângere folosit, în locurile unde cleiul care a ieșit din piesa presată vine în contact cu căluşul se va introduce hârtie între piesă și căluș. Șabloanele de încleire și călușii trebue unși cu parafină, pentru a nu se lipi de piesele respective; această operație se efectuează zilnic.

1. **Innădirea prin plătuială piezișe (știftuire).** Rezistența minimă la tracțiune a lemnului este de 800 kg/cm², iar rezistența cleiului este de 50 kg/cm², deci cleiul rezistă de circa 16 ori mai puțin decât țesutul lemnului. Pentru a se ajunge la aceeași rezistență între țesutul lemnos al piesei și cleiul cu care se lipește, suprafața de încleire trebue mărită de 16 ori. Acest lucru se obține prin operația numită *plătuială*, adică părțile care se lipesc sunt tăiate în prealabil în formă de pene. Lungimea plătuielii trebue să fie de circa 15—18 ori cât grosimea lemnului care urmează să fie încleit (fig. 70, *a*). Prelucrarea plătuielii la piesele de lemn se face

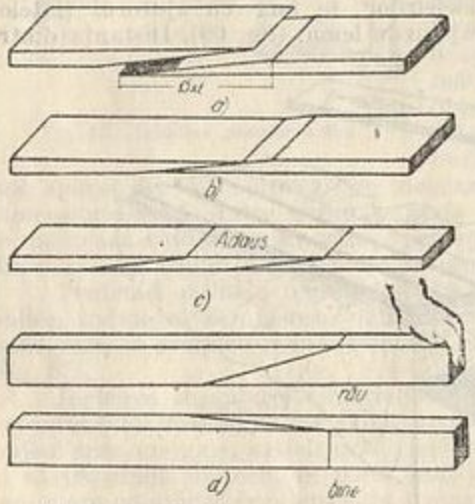



Fig. 70. Innădire prin plătuială piezișă: a — cu pantă minimă; b — alunecată; c — cu adaus; d — alegerea planului de plătuială în funcție de efortul principal; 4 — grosimea piesei.



cu ajutorul rindelei, iar la placaje se folosesc mașini-freze speciale (orizontale) cu masă reglabilă. Deoarece ambele părți care se plătuiesc sunt oblice, la încleirea lor trebue să se țină seamă să nu alunece una față de alta (fig. 70, *b*).

O plătuială bine executată are aceeași rezistență ca și bucata întreagă. Această metodă se folosește, dacă de exemplu, la bagheta tălpii unui longeron sau oricărei alte piese lemnul are defecte (pungi de rășină, sau noduri). In acest caz se taie partea necorespunzătoare și se înnădește (adaugă) prin plătuială o bucată de material sănătos (fig. 70, *c*). La executarea plătuielii trebue să se țină seamă și de felul în care va fi solicitată piesa în timpul sborului (fig. 70, *d*).

2. **Încleirea calelor.** Dacă trebue încleite două baghete în unghi, ele se prind împreună cu ajutorul unei cale (fig. 71). Mărimea acestor cale depinde de natura solicitărilor la care

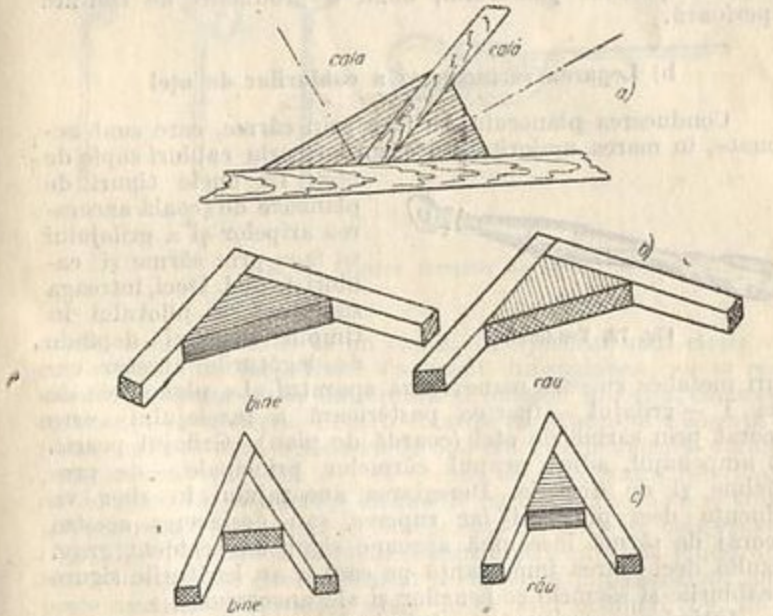



Fig. 71. Reguli de încleire a calelor.

va fi supusă piesa; cu cât solicitarea va fi mai mare, cu atât cala va fi mai lungă, pentru a da o suprafață cât mai mare de lipire cu cele două baghete. Pentru a obține o lipire mai bună

între marginile calelor și baghetele care formează piesa trebue să se țină seama de direcția fibrelor lemnului din care sunt făcute calele. Încleirea se face în modul următor : calele ascuțite, la care laturile formează un unghi sub 90°, se vor debita și înclei astfel, încât fibrele să fie paralele cu bisectoarea unghiului. Pentru cale ale căror laturi formează un unghi peste 90°, fibrele trebue să fie perpendiculare pe bisectoarea unghiului (fig. 71, *a*, *b*, *c*). De acest lucru nu trebue să se țină seamă în cazul calelor confecționate din lemn omogen, cu bune calități de lipire în toate secțiunile, cum este cazul teiului sau al plopului.

In general, respectarea condițiilor tehnice de preparare și de utilizare a cleiului, curățirea perfectă a pieselor, ajustarea exactă a părților de încleire, presarea uniformă și suficientă, uscarea la temperatura prescrisă și cu durata necesară, respectarea regulilor de direcție a fibrelor lemnului asigură o bună încleire a pieselor planorului, dând o producție de calitate superioară.

### b) Legarea sârmelor și a cablurilor de oțel

Conducerea planorului se face prin cârme, care sunt acționate, în marea majoritate a cazurilor, prin cabluri suple de oțel. La unele tipuri de planoare de școală ancorarea aripelor și a grilajului se face prin sârme și cabluri de oțel. Deci, întreaga siguranță a pilotului în timpul sbornlui depinde de legăturile acestor cabluri metalice cu care manevrează aparatul. La planoarele de faza I — grilajul — (partea posterioară a fuzelajului) este ancorat prin sârme de oțel (coardă de pian). Grilajul poartă tot ampenajul, adică grupul cârmelor principale — de profunzime și de direcție. Dereglarea ancorajului în sbor va influența deci pilotajul iar ruperea sau desfacerea acestui ancoraj de sârmă înseamnă aproape sigur un accident grav. Rezultă deci marea importanță pe care o au legăturile sigure la cablurile și sârmele comenzilor și ale ancorajului.

Fig. 72. Tendorul.

Intinderea necesară a sârmelor și a cablurilor se face printr'un șurub mobil, cu două capete filetate în sens invers, care se pot strânge și lungi prin rotirea piesei mijlocii într'un sens sau în altul. In ansamblul ei, această piesă se numește *tendor*. După potrivirea lungimii necesare a cablului, tendorul



se asigură contra desfacerii cu o sârmă de siguranță (sârmă de alamă sau sârmă de oțel galvanizată, cu diametrul 0,5—1 mm) care se trece în ambele sensuri prin gaura centrală și se înfășoară strâns la un capăt (fig. 72). In consecință, sârmele și cablurile vor fi totdeauna legate la un capăt de un tendor, iar la celălalt, de o ferură fixă.

1. **Legarea sârmei** : Pentru legare, sârma de oțel se în-

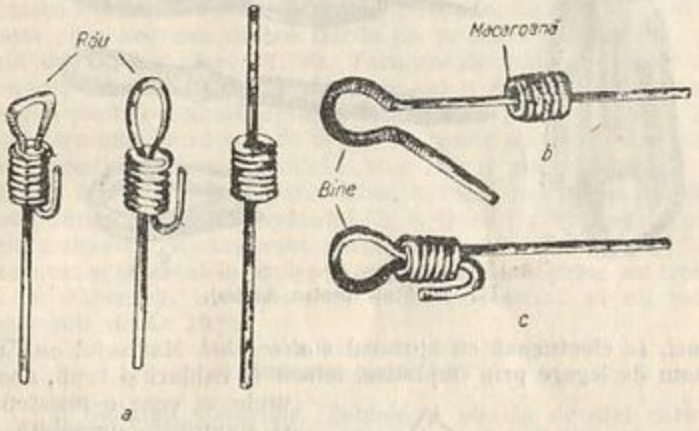



Fig. 73. Legarea sârmelor de oțel.

doaie, o singură dată la un capăt, cu ajutorul unui clește cu cap rotund (nu lat). Dacă s'a greșit dimensiunea, *nu se mai admite* ca sârma să fie îndreptată și îndoită, din nou, deoarece rezistența ei slăbește. Pentru fixarea capătului se folosește o piesă confecționată din sârmă de oțel răsucită în spirală, numită „macaroană" (fig. 73, *a*); ea trebue să aibă gaura interioară de două ori cât diametrul sârmei de legătură. După ce se trage „macaroana" pe sârmă, se face la capătul liber un ochi *rotund* (fig. 73, *b*), în care se introduce unul dintre capetele tendorului sau se prinde în gaura ferurii; se împinge „macaroana" apoi peste amândouă sârmele, până în dreptul ochiului (fig. 73 c) și se presează bine, iar peste „macaroană" se îndoaie capătul liber. Nu este admis ca forma ochiului să fie ovală sau plată. Toată operația, cum și defectele, sunt reprezentate în fig. 73. Găurile ferurii în care se prinde ochiul sârmei trebue să fie suficient de mari, pentru ca acesta să se poată mișca liber.

iar pentru ca sârma să nu se roadă, aceste găuri vor fi înzestrate cu bucşe de aramă sau de aluminiu.

2. **Legarea cablurilor de oţel**, atât în tendoare, cât şi în

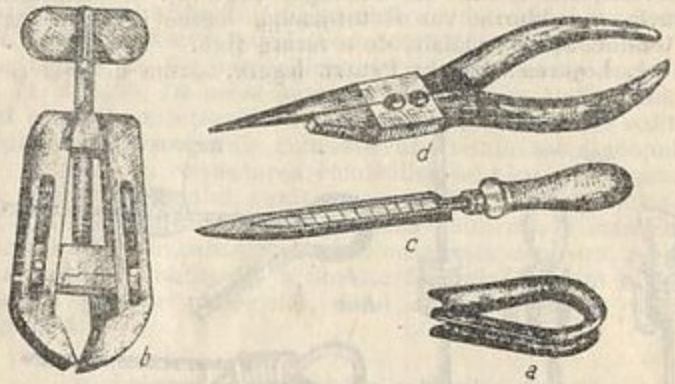



Fig. 74. Scule pentru matisaj.

feruri, se efectuează cu ajutorul *matisajului*. Matisajul este un sistem de legare prin împletire, folosit la cabluri şi funii, acolo unde se cere o rezistenţă şi siguranţă deosebită a legăturii. Pentru a nu se roade cablul, ochiul se petrece peste o piesă de protecţie confecţionată special din tablă de aluminiu sau tablă zincată, în formă de inimă, cu un şanţ în care se aşează cablul. Această piesă se numeşte, „*ochet*" (sau „casă") (fig. 74, *a*). Înainte de începerea matisajului, se decălesc toroanele (şuviţele) dela capătul cablului, pentru ca lităle să nu se desfacă în timpul lucrului. Cu ajutorul unei menghine de mână (fig. 74, *b*) se fixează ochetul care are capătul cablului în şanţul ei, apoi se începe matisajul propriu zis. Se desfac

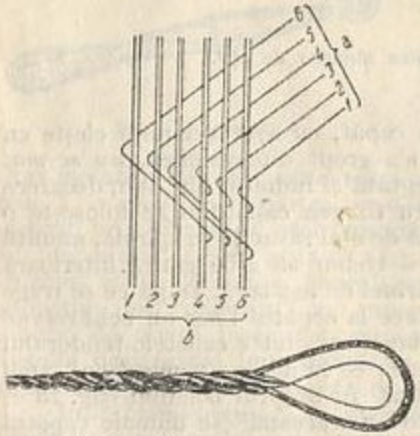



Fig. 75. Principiul matisajului.



toroanele şi se trece la rând — peste un toron — pe sub două toroane — de jur împrejurul cablului, cel puţin de patru ori cu fiecare toron în parte. Pentru trecerea toroanelor prin cablu se foloseşte o sulă specială de matisaj, cu capătul ascuţit, şi cu un şanţ prin care se ghidează toroanele în timpul matisajului (fig. 74, *c*).

De fiecare dată când se trece un toron prin cablu, el trebue bine strâns, cu ajutorul unui cleşte patent. Pentru ca această operaţie să se execute mai repede, se poate folosi un cleşte care are una dintre fălcile de prindere prelungită cu o sulă de matisaj (fig. 74, *d*). Terminarea matisajului se face treptat, în scădere, înfăşurându-se cu o sârmă subţire inoxidabilă, pentru a nu se desface. Schema de principiu şi un matisaj terminat, sunt redate în fig. 75, unde se vede cum toroanele capătului liber al cablului trec sub şi peste toroanele capătului fix, aşa dar capătul liber *a* trece peste una, pe sub două dintre toroanele capătului fix *b*. Operaţia se poate urmări prin numerele cu care sunt notate toroanele. Un matisaj bine executat şi încercat la proba de rupere prin tracţiune nu trebue să se slăbească, iar rezistenţa cablului matisat să nu scadă mai mult decât 10%.

### c) Sudarea metalelor

1. **Sudarea oţelurilor.** Tablele şi piesele de oţel care se leagă laolaltă sau se dublează, formând ferurile planorului,

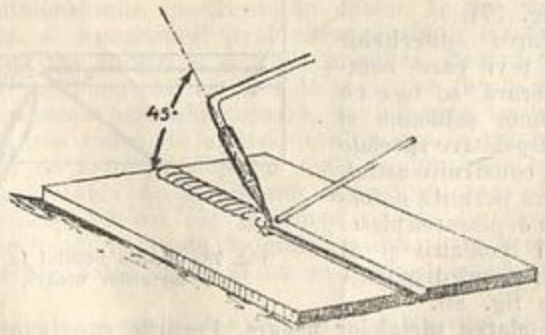



Fig. 76. Poziţia becului dela aparatul de sudură a oţelului.

trebue să fie sudate perfect. La probele de laborator, locul sudat trebue să aibă aceeaşi rezistenţă ca şi materialul din

care este confecționată piesa. Deoarece ferurile fixează diferitele organe ale planorului, o sudură slabă și executată necorect poate avea urmări grave. In majoritatea cazurilor se întrebuințează sudura autogenă. Sârma de sudură se alege după felul oțelului care se sudează. Astfel, de exemplu la oțelul carbon se folosește sârma de oțel carbon, iar la oțelul crom-molibden, sârma de sudură este deasemenea un oțel crom-molibden. In timpul lucrului, piesa nu trebue supraîncălzită, folosindu-se pentru aceasta becuri de sudură corespunzătoare grosimii materialului. In special în locurile unde sudarea se face încet, folosirea unui bec prea mare duce la deformarea piesei. Flacăra oxiacetilenică se reglează cu o proporție normală de oxigen și de acetilenă, iar poziția becului se ține înclinată la circa 45° față de piesa care se sudează (fig. 76).

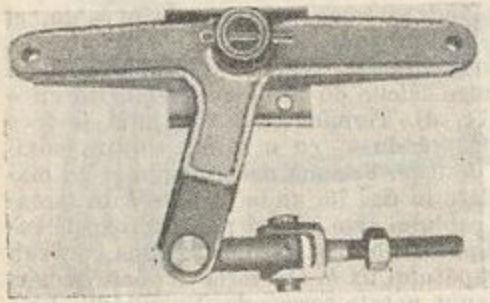


Fig. 77. Feruri sudate.

Porțiunea sudată corect se prezintă în formă de straturi dispuse paralel, în mici semicercuri, foarte subțiri și regulate (fig. 77).

Sudarea diferitelor plăci sau țevi care compun o ferură se face cu ajutorul unor șabloane și al unor dispozitive speciale de fixare, construite astfel, încât să nu permită deformarea sau deplasarea piesei în timpul încălzirii și al sudării, în genul dispozitivului din fig. 80.

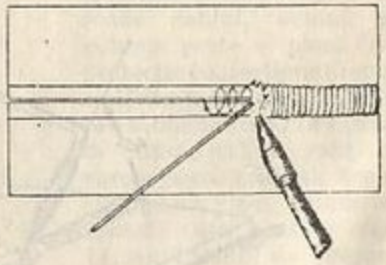


Fig. 78. Poziția becului la sudarea metalelor ușoare.

2. **Sudarea metalelor ușoare**. Ferurile care sunt confecționate din aluminiu și anumiți compuși ai lui se sudează mai greu decât ferurile de oțel. Se întrebuințează deasemenea sudura autogenă, cu sârme de sudură din același material ca și piesa, iar pentru prinderea sudurii este necesar un praf cu o



compoziție chimică diferită, corespunzătoare metalului ușor la care se folosește. Indicațiile de utilizare a prafului de sudură, sunt diferite pentru fiecare în parte și sunt date în notița tehnică respectivă. Locul care se sudează se încălzește în prealabil, ușor și uniform, prin trecerea în lung cu becul (ciocul), aparatului de sudură. După ce se presară praful și materialul începe să se topească, se merge cu ciocul (brenerul) înclinat la circa 30°, executând mereu o mișcare circulară. Deoarece topirea metalelor ușoare se face brusc, sudorul trebue să aibă o bună practică pentru a ști când începe să se topească, deoarece în caz contrar, se pot produce ușor găuri în piesă (fig. 78).

Prin sudură metalele ușoare își slăbesc rezistența cu circa 20—30%, deaceea, de cele mai multe ori, se preferă nituirea sau chiar strângerea prin șuruburi cu piulițe a pieselor fabricate.

Pentru suduri există dispozițiunile STAS 741-50.

### d) Construirea și ajustarea ferurilor

1. **Prelucrare**. Afară de respectarea prescripțiilor tehnologice pentru păstrarea calităților mecanice ale materialului prelucrat, părțile metalice ale planorului necesită deasemenea multă exactitate în execuție. Intregul montaj al părților componente și unghiurile necesare dispunerii unor organe, poziția ansamblurilor mari și în special, jonțiunile, depind complect de precizia cu care sunt executate ferurile. Măsurătorile necesare și dimensiunile specificate în desene se iau cu ajutorul șublerului, al compasului și al micrometrului, iar trasarea se execută cu ace subțiri și cu rigle metalice. Pentru tablele de oțel, este recomandabil ca acul de trasat să fie de alamă, iar pentru trasarea metalelor ușoare, se folosește creionul.

Indoirea tablei de oțel și de aluminiu la muchii se face cu o rază de îndoire cel puțin egală cu grosimea tablei (fig. 79). Pentru tabla de duralumin nedecălită, raza de îndoire se ia de 21/2—3 ori cât grosimea tablei. Indoirea trebue făcută uniform, pe toată lungimea piesei, prin presare lentă sau ciocănire, astfel încât să nu se producă crăpături sau deformații.

O atenție deosebită se dă fabricării ferurilor de încastrare a aripelor liber portante (fără montanți), ca în cazul planoarelor de performanță și acrobație. In acest scop se pregătesc dispozitive speciale de construcție, după desenul longeronului. Un astfel de dispozitiv este reprezentat în fig. 80.

Părţile sudate ale ferurilor nu se mai ajustează prin pilire, polisare etc., deoarece prin aceste operaţii se slăbesc locurile respective.

2. **Găurirea.** In special pentru locurile unde sunt bolţuri de prindere, găurile se fac întâi cu un diametru mai mic şi se fixează cu un bolţ construit special pentru montajul de fabricaţie. Pentru găuri în care vor intra bolţuri cilindrice, diferenţa care se lasă diametrului la găurirea ferurii este mai mică cu 1—2 mm, iar pentru bolţurile conice se găureşte cu diametrul cel mai mic al conului. Când se face montajul definitiv al ferurii pe piesa respectivă, diferenţa aceasta de găurire se alezează, putându-se astfel retuşa eventualele mici devieri provenite din fixarea ferurii pe lemnul piesei. Pentru alezaj se utilizează în funcţie de forma bolţului, două feluri de alezoare şi anume : cilindrice şi conice,

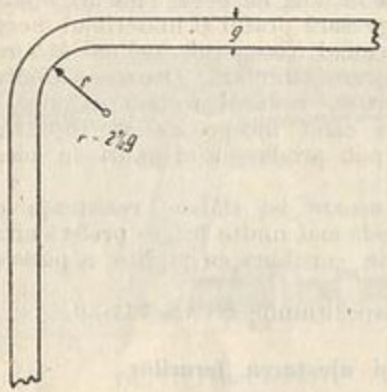


Fig. 79. Raza de îndoire a tablei.

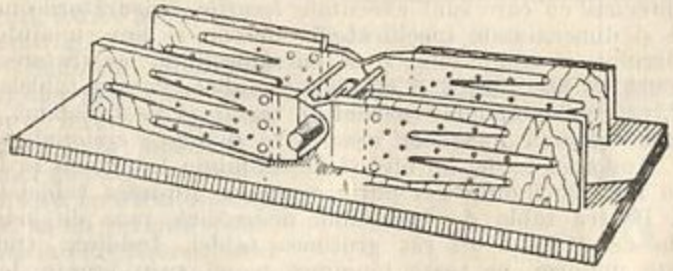


Fig. 80. Dispozitiv pentru sudarea unei feruri principale.

la diametrii necesari. Este preferabil să se utilizeze alezoare fixe, cele reglabile având desavantajul de a nu fi atât de precise, necesitând totdeauna două măsurători care presupun două posibilităţi de inexactitate. Diametrii de bolţuri cei mai



folosiţi în construcţia planoarelor sunt : 5, 6, 8, 10, 12, 14, 16 şi 20 mm, (în afară de cazul unor dimensiuni speciale la unele bolţuri de încastrare a aripei) (v. STAS 75-49). La bolţurile conice, se foloseşte deobicei pentru joncţiuni, o conicitate

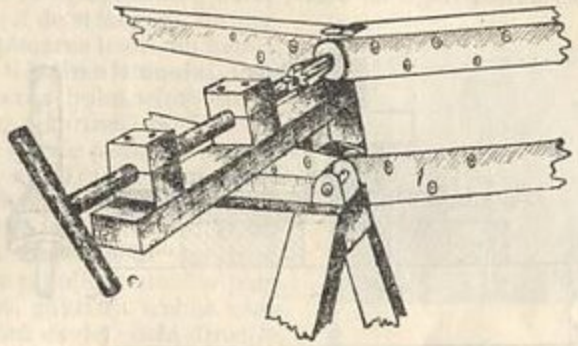


Fig. 81. Dispozitiv de alezarea găurilor.

de 1/5 sau de 1/10 (adică la 5 mm lungime, diametrul scade cu 1 mm sau la 10 mm lungime, diametrul scade cu 1 mm). Pentru a obţine o alezare perfectă ca dimensiune şi ca direcţie la ferurile principale, se confecţionează dispozitive speciale care nu permit devieri în nicio parte (fig. 81). Suprafaţa interioară a găurilor alezate trebue să fie perfect uniformă (fără crestături sau rizuri), alezarea fiind ultima operaţie de finisaj, după care bolţul urmează să intre exact la toleranţele prescrise în desene.

### e) Feruri de duralumin

Pentru a prelucra mai uşor tabla de duralumin, ea se decălesţe, încălzindu-se într'o baie de sare, la 330...350 °C, lăsându-se apoi să se răcească lent. Duraluminul nu poate fi prelucrat printr'o simplă încălzire cu becul aparatului de sudură sau prin încălzire la forjă. După ce este decălit în baia de sare, duraluminul se poate prelucra tot atât de uşor ca şi tabla de oţel moale, putându-se apoi recăli printr'o încălzire la 500 °C timp de 1/2 de oră şi printr'o răcire bruscă în apă. Rezistenţa iniţială a duraluminului recălit se obţine numai după cinci zile de stocaj la temperatură normală. Găurile şi alezarea ferurilor de dural se execută ca şi la cele din oţel.

### f) Lagăre

Majoritatea ferurilor mobile sunt înzestrate cu lagăre pe bile, a căror presare în piesa respectivă se face cu ajutorul unei prese (fig. 82) și în niciun caz prin lovire cu ciocanul.

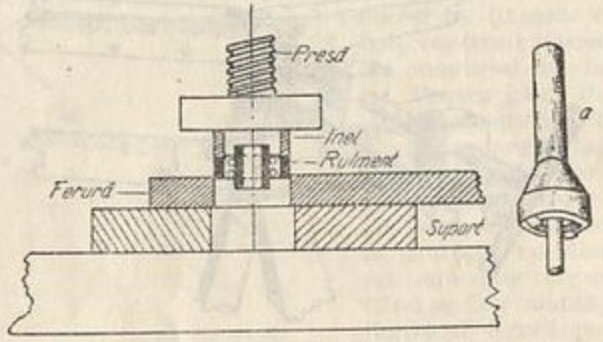



Fig. 82. Presa pentru lagăre cu bile.

Pentru ca tot lagărul să nu se rotească sau să iasă din locașul piesei, se fixează prin strângerea marginilor ferurii peste inelul exterior al lagărului. În acest scop, se utilizează un dispozitiv care se prinde în mandrina mașinii de găurit (fig. 82, *a*), iar prin rotirea lui formează un inel de presare. Nu este admisă asigurarea lagărelor pe bile prin cherneruire (punctare).

Ajustarea locașurilor pentru lagăre se execută prin găurire și alezare, astfel încât să se obțină un scaun fix, iar pentru ungerea lagărului se montează un cap gresor cu bilă (tip B. STAS 1116-50).

### g) Montarea ferurilor

Diferitele organe ale planorului sunt solicitate în timpul sborului de către forțele aerodinamice. Aceste solicitări sunt transmise și preluate de ferurile fixate de părțile lemnoase. Se impune deci o legătură cât mai perfectă între piesa metalică — ferura — și partea lemnoasă a organului respectiv. Prinderea ferurilor pe lemn se face cu ajutorul șuruburilor mecanice cu piulițe (buloane) sau al niturilor tubulare făcute din țeavă de oțel. Pentru ca aderența ferurii pe lemn să fie și mai mare, mai ales la ferurile părților principale, înainte de strângere se vopsește cu un strat proaspăt de vopsea de ulei;



după aceea, atât lemnul, cât și ferura, se fixează definitiv împreună prin buloane cu piulițe sau nituri tubulare. Montarea ferurii nu se face direct pe lemnul moale de molid, ci sub ele se montează o garnitură de placaj sau un alt material rezistent la compresiune, care, odată cu repartizarea uniformă a presiunii de strângere, nu permite vătămarea lemnului moale.

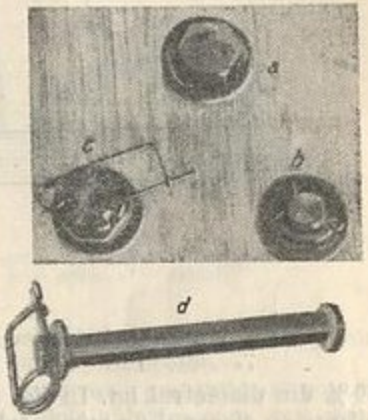



Fig. 83. Asigurarea bolțurilor și a buloanelor.

1. **Găurirea lemnului.** Pentru trecerea buloanelor sau a niturilor, găurirea se face cu burghie spirale pentru metal, de preferat cu 1/2 de milimetru mai mică decât diametrul bulonului care va fi folosit. Deoarece, în majoritatea cazurilor, ferura se prinde pe ambele părți ale piesei, găurirea trebue efectuată fără devieri dela direcție, iar la piesele groase, se face întâi la un diametru mai mic, pentru a se putea eventual corecta, înainte de strângerea definitivă a ferurii. Buloanele cu dimensiunea exactă se strâng cu ajutorul piulițelor, fără să aibă joc în lemn, iar apoi se asigură.

2. **Asigurarea** depinde de felul și de utilizarea ferurii respective, adică, pentru feruri fixe, (ferura longeroanelor de aripă, feruri interioare, etc.), se pilește partea filetată a bulonului până când rămâne un milimetru peste piuliță, după aceea, în trei puncte la marginea filetului, se bate câte un punctator (cherner) care asigură piulița contra desfacerii (fig. 83, *a*). La părțile care se demontează și la ferurile mobile, buloanele sunt înzestrate cu piulițe crenelate, asigurarea făcându-se cu ajutorul *cuiului spintecat* (splint) (STAS 1991-51) sau, în unele locuri, prin folosirea agrafei de siguranță, confecționată din sârmă de oțel (fig. 83, *c*, *d*).

Bolțurile se asigură prin cuie spintecate, iar acolo unde locul permite, prin agrafe de siguranță, așezându-se totdeauna dedesubt o rondelă pentru a proteja lemnul (fig. 83, *a*).

3. **Nituirea.** Pentru a economisi din greutate, unele tipuri de feruri se fixează, cum am arătat, prin nituri tubulare, confecționate din țeavă de oțel. Acest sistem de fixare nu poate fi generalizat și se utilizează dela caz la caz, după indi-

cația desenului de construcție, deoarece capul nitului tubular este mai puțin rezistent decât capul bulonului. Nituirea se poate face cu ciocanul de mână, cu ciocan pneumatic sau cu un dispozitiv de presare. Pentru a obține o nituire corectă, lungimea nitului trebue să depășească grosimea piesei cu circa

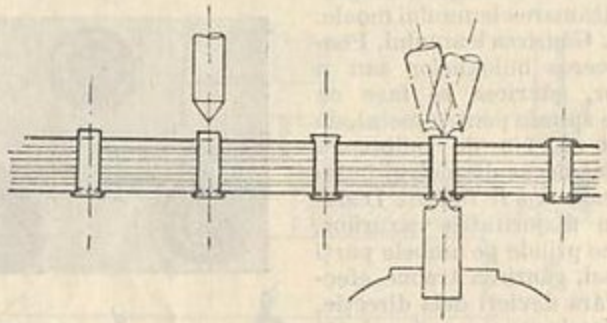


Fig. 84. Strângerea niturilor tubulare.

60% din diametrul lui. In fig. 84 este reprezentat sistemul de nituire cu ciocanul de mână, folosindu-se un con și un căpuitor de oțel. Este foarte important ca după nituire să se controleze capetele niturilor, iar cele care prezintă crăpături să fie înlocuite.

### h) Prelucrarea materialelor plastice

Pentru a obține o formă cât mai aerodinamică a părții din fața fuzelajului, materialul transparent (celuloid sau plexiglas, întrebuințat pentru capotele și parbrizele planoarelor trebue modelat în formele necesare. In cazul parbrizelor și al părților laterale al capotelor, unde sunt forme de desfășurare cilindrică sau tronconică, (fig. 85, *a1*), este suficientă o simplă îndoire, care la celuloid și celon se obține direct, iar la plexiglas, printr'o încălzire dela 80 la 100 °C. Dacă îndoirea este mai mare sau se combină cu o bombare sferică (fig. 85, *a 2*), modelarea se poate realiza numai cu ajutorul șabloanelor la cald.

Șablonul constă dintr'o formă de lemn și o contrapiesă de gips, executate după dimensiunile exacte cerute de construcția capotei. Se confecționează mai întâi forma de lemn (fig. 85, *b1*) apoi se toarnă gips într'o cutie de dimensiunile necesare și după ce forma de lemn se unge bine cu vaselină consistentă, se introduce în gipsul moale. Când gipsul s'a uscat,



se scoate forma de lemn. Interiorul (matrița) se căptușește cu o pânză moale și șablonul astfel obținut poate fi întrebuințat (fig. 85, *b2*).

Plexiglasul se încălzește cu aer cald la 120...150°C, se așează în matrița de gips, se pune forma deasupra și se pre-

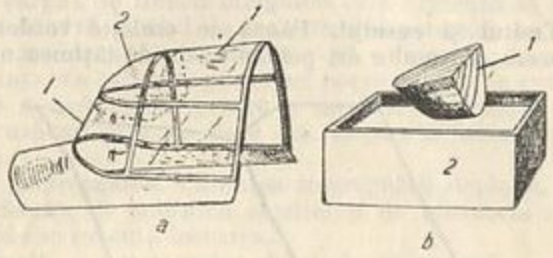



Fig. 85. Șablon pentru formarea capotelor din plexiglas:
*a1* — cilindrică; *a2* — sferică; *b1* — șablon; *b2* — matriță.

sează, strângându-se cu șuruburi de strâns. In felul acesta se ține în șablon până când se răcește complect.

Acest material este totuși puțin mai pretențios și pentru a obține forme curbate corect, fără văluriri care dau apoi deformări optice, se cer folosirea de matrițe de metal lustruit cum și o prelucrare foarte îngrijită.

Celuloidul și celonul se pot curba și cu ajutorul unei băi de apă încălzită la 80...100 °C. Incălzirea în apă prezintă desavantajul că, dacă durează prea mult timp, se formează pete alburii, făcând plăcile neutilizabile. Astralonul nu poate fi modelat în forme cu sfericitate, deoarece deformează foarte puternic razele vizuale. Aceste deformații nu se produc la capotele executate din plexiglas, celuloid sau celon.

Este recomandabil ca tăierea materialelor plastice să se facă cu ferestrăul de potrivit, bine ascuțit, iar ajustajul marginilor, la polisor. In timpul prelucrării, manipularea acestor materiale trebue făcută cu grijă, deoarece ele se sgârie foarte ușor.

Găurile necesare fixării capotelor de plexiglas se fac la cel puțin 8—10 mm dela margini, cu ajutorul burghiului spiral pentru metal. Este preferabil să se fixeze plexiglasul cu ajutorul unor rame „U" de metal. In acest fel marginea se strânge fără să fie găurită. Fixarea cu nituri nu e indicată la plexiglas, deoarece acesta dilatându-se foarte ușor, plesnește în dreptul niturilor de fixare. Lipirea diferitelor întăriturii la portițele de plexiglas se poate realiza cu apă de sticlă, iar la

celuloid şi la celon, cu acetonă. Tot din materiale plastice se confecţionează deobicei mânerele pentru diferite pârghii de comandă (STAS 1130-50).

### i) Impânzirea

1. **Croitul şi cusutul.** Pânza se croieşte totdeauna în lung, deaceea, de multe ori pentru a obţine lăţimea necesară,

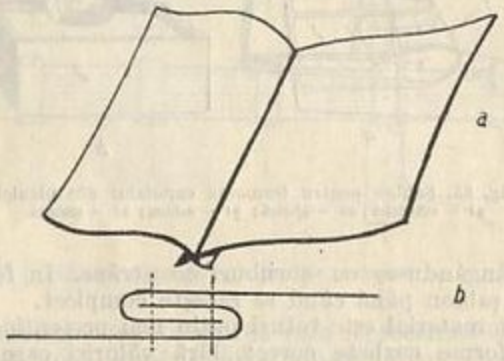



Fig. 86. Coaserea pânzei.

pânza trebue înnădită din două bucăţi, în special în cazul aripelor cu profunzime mare. Cusătura se face în lungime, cu maşina de cusut, folosindu-se aţă de bumbac răsucită şi cât mai rezistentă. Cusătura se poate prezenta sub două aspecte:

Cusătură simplă (fig. 86, *a*) şi cusătură dublă, în care pânza se petrece (fig. 86, *b*). Această din urmă cusătură, este întrebuinţată mai mult pentru împânzirea planoarelor de acrobaţie şi de transport.

2. **Lipirea pânzei** pe părţile lemnoase se face cu lac pe bază de nitroceluloză (emaită de lipit), în felul următor:

Se întinde lacul cu pensula numai pe lemn odată sau de două ori, într'un strat suficient de gros. Lăţimea fâşiei lăcuite la bordul de atac şi pe longeron trebue să fie între 25 şi 30 mm, iar la extremităţile aripelor (sau ale piesei), între 40 şi 50 mm. Deoarece la planoare intradosul aripei are deobicei o formă concavă, nervurile care vor ţine pânza se înfăşoară cu şiret jaconet, iar pânza se coase de acest şiret.

Pânza croită la dimensiuni şi călcată, pentru ca să nu aibă încreţituri, se întinde, *numai în lungime*, pe aripă iar



în lăţime se lasă aşa cum este. Dacă s'ar întinde pânza şi în lăţime, după impregnare s'ar produce între nervurile aripei, părţi mai adâncite, care schimbă forma profilului şi dăunează calităţilor de sbor ale planorului. Pânza întinsă se prinde în ţinte şi, cu o pensulă înmuiată în acetonă (sau cu o bucăţică de cârpă), se freacă marginile care urmează să fie lipite. Acetona disolvă stratul de lac (emaită) aşternut pe lemn, făcându-l să pătrundă prin pânză şi să o lipească. In cazul nervurilor învelite cu şiret, pânza se coase cu un ac curb, numai după ce a fost lipită, pentru a nu face încreţituri. Distanţa dintre cusături este de 2—3 cm, fiecare a treia cusătură se înnoadă.

3. **Impregnarea.** Calitatea impregnării depinde, în foarte mare măsură, de calitatea emaitei şi de umezeala aerului în locul unde se execută lucrarea.

Emaita este un produs chimic foarte volatil — se evaporă repede — şi prin evaporare, produce răceală. Dacă în aer este umezeală mare, vaporii se condensează la această răcire sub formă de picături de apă, şi apar ca nişte pete albicioase pe părţile emaitate.

Se întinde cu pensula, primul strat de emaită diluată, care are rolul de a îmbiba pânza. După o uscare de opt ore, se poate aplica al doilea strat de emaită nediluată, care începe să întindă suprafaţa pânzei. Chiar după uscarea acestui al doilea strat, pânza se prezintă întinsă şi se poate şlefui cu o hârtie sticlată fină. La şlefuire trebue să nu se cureţe decât neregularităţile emaitei fără să se deterioreze pânza. Al treilea strat se întinde bine cu emaită groasă, iar după uscare, se şlefuieşte, se curăţă de praf şi se mai poate aplica un ultim strat de finisaj. Primele trei straturi trebue aplicate cu pensula, al patrulea poate fi suflat cu pistolul, dacă se întrebuinţează nitrolac sau tot cu pensula, dacă se foloseşte un lac vegetal. Emaitarea trebue efectuată pe o parte şi pe cealaltă a piesei, de fiecare dată imediat una după alta, astfel încât, când emaita întinde pânza, să nu deformeze piesa (trăgând-o într'o parte).

Lipirea bandei jaconet pe margini şi pe cusături se face cel mai bine după al doilea strat de emaitare. Tot atunci se lipesc rondelele pentru găurile de aerisire făcute pe intradosul pieselor, lângă bordul de scurgere.

Lacurile nitrice, cum este şi emaita, fiind otrăvitoare, vopsitorii trebue să poarte măşti şi să consume zilnic lapte; locul de muncă trebue să aibă o ventilaţie bună.

## j) Vopsirea şi lăcuirea

Toate părţile interioare şi exterioare ale planorului trebue protejate contra agenţilor atmosferici, prin lacuri şi vopsele de protecţie.

1. **Lăcuirea interioară** a placajelor care acoperă aripa, fuzelajul şi toate părţile închise (chesonate) ale planorului, se execută înainte de contraplacare. In acest scop se folosesc de preferinţă lacuri care formează numai o simplă pojghiţă la suprafaţă. Aceasta pentru ca la eventualele reparaţii ulterioare ale părţilor lemnoase să nu se producă dificultăţi de încleire. Lăcuirea se execută cu pensula, astfel încât lacul să pătrundă în toate colţurile pieselor şi să protejeze complect părţile lemnoase şi încleirile. Cele mai indicate sunt lacurile pe bază de nitrocelulóză sau spirt, atât pentrucă se usucă repede şi au priză bună, cât şi pentrucă au o bună putere de acoperire, fără să pătrundă în interiorul lemnului (deci sunt uşor de lucrat şi economice). Operaţia lăcuirii cere să fie executată totodeauna curăţindu-se în prealabil piesele respective de praf şi de impurităţi (în locurile greu accesibile se curăţă cu aspiratorul de praf).

2. **Lăcuirea exterioară** se face pentru obţinerea unei suprafeţe perfect lucii, în special la piesele împânzite şi emaitate. Lacurile ce se întrebuinţează pentru finisajul exterior sunt pe bază de uleiuri vegetale, foarte fine. Durata lor de uscare fiind de circa 24 ore, lăcuirea trebue făcută în ateliere curate, fără praf, care s'ar depune în timpul uscării şi ar crea asperităţi pe suprafaţă. Temperatura de uscare se menţine între 15 şi 20 °C. Lăcuirea se efectuează în două straturi, unul de acoperire, care se şlefueşte, după uscare, cu hârtie sticlată foarte fină şi al doilea, de finisaj ; ambele se întind într'un strat subţire şi uniform, cu o pensulă specială pentru lăcuire. Greutatea totală a lăcuirii incolore nu trebue să depăşească 140—150 g/m².

3. **Vopsirea.** Părţile lemnoase se protejează la exterior prin vopsire, astfel încât să se obţină o suprafaţă perfect lucie, care să reducă la minim rezistenţele care se nasc prin frecarea cu aerul. Vopsirea, se face treptat, în straturi succesive, aşteptându-se totdeauna să se usuce perfect fiecare strat în parte.

După ce lemnul se şlefueşte cu hârtie sticlată şi se curăţă bine de praf, se acoperă cu un strat de bază (grunduire), anume indicat pentru vopseaua care se foloseşte. O foarte bună bază pentru vopsirea cu Duco este nitrolacul incolor.

Găurile lăsate de ţinte se astupă cu chit, aplicat într'un strat subţire. Cu această ocazie trebue menţionat faptul că în



construcţiile de planoare, rolul chitului nu este de a corecta greşelile de construcţie (crăpături, nepotriviri, defecte de material, etc.), ci numai de a asigura un finisaj cât mai bun al suprafeţei lemnului înainte de vopsire. După ce chitul s'a uscat bine, se şlefueşte, uscat sau umezit, cu hârtie sticlată extrafină (nr. 00 sau 320). Umezirea poate fi făcută cu apă sau cu petrol. Este preferabilă şlefuirea umedă în locul celei uscate pentru a obţine un finisaj mai bun.

Dacă vopseaua care se foloseşte este pe bază de nitrocelulóză, care se usucă repede, vopsirea trebue făcută cu aparatul de suflat (compresor şi pistol). Vopseaua se suflă în două sau în trei straturi, în funcţie de puterea ei de acoperire. Ultimul strat se şlefueşte cu pastă de polisat, prin frecare cu o cârpă moale. Cu acest sistem se obţin straturi lucii şi mult mai uniforme decât prin vopsirea cu vopsea email, aplicată cu pensula. In acelaşi timp, greutatea vopselei care se adaugă pe planor este mai mică. Pentru stropirea cu pistolul, vopseaua nitro (Duco) se disolvă în proporţie de circa 50% (diferă dela un produs la altul) cu nitrodiluant şi se strecoară printr'o sită fină. Greutatea totală a vopsirii, în care intră vopseaua de bază, chitul pentru cuţit (şpaclu) şi straturile de vopsea propriu zisă este limitat la 190 g/m² suprafaţă vopsită (greutate considerată după uscare).

Afară de rolul de protecţie, s'a arătat că vopsirea şi în special lăcuirea constitue operaţii importante şi din punctul de vedere al randamentului aerodinamic al planorului. Suprafeţele exterioare trebue să fie cât mai netede (lucii) posibil. Asprimea lor scade apreciabil calităţile aerodinamice.

Vopselele şi lacurile pe bază de nitrocelulóză au avantajul că se usucă repede, astfel încât praful nu are timp să se depună pe suprafaţa lăcuită proaspăt şi să o înăsprească, decât într'o mică măsură. Lacurile naturale, dau o suprafaţă mai lucie, sunt mai elastice şi mai durabile la intemperii. Au în schimb desavantajul că se usucă încet şi praful care se lipeşte în acest timp pe suprafeţele lăcuite produce asperităţi. Depunerea prafului se poate evita, dacă se lucrează într'un atelier bine amenajat în acest scop, unde există cea mai strictă curăţenie şi o ventilaţie bună. Acest atelier trebue plasat cât mai separat de atelierele mecanice, în special de cel de lemnărie, unde se produce mult praf.

Ca măsură de protecţie a muncii se prevede, afară de o ventilaţie perfectă, când se lucrează cu vopsele cu bază de nitrocelulóză, ca muncitorii să poarte măşti de protecţie contra gazelor nitrice şi să consume zilnic lapte.

### k) Utilajul de atelier — mașini unelte, scule

Pentru prelucrarea și asamblarea elementelor planorului, indiferent de numărul de bucăți care se fabrică, este nevoie de o serie de mașini unelte și de scule obișnuite în industrializarea lemnului, însă și de un număr de scule și de dispozitive

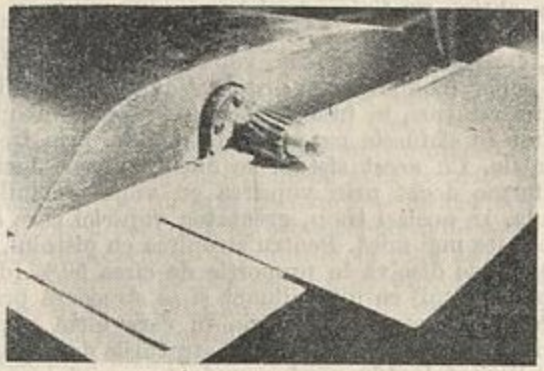


Fig. 87. Freză orizontală pentru plătuirea placajelor.

speciale pentru construcția planoarelor. Pentru prima fază de prelucrare a materialului lemnos, adică pentru debitarea lui în grinzi, în baghete și în lamele, este necesar circularul sau freza (fig. 87). Aceste mașini pot fi înzestrate cu 3—4 pânze pe ax, obținându-se astfel o productivitate mai mare prin tăierea dintrodată a patru sau chiar a cinci baghete. Pentru a nu avea pierderi mari în rumeguș și spre a obține fețele de tăiere curate, pânzele de circular trebue să fie cât mai subțiri posibil (corespunzător cu diametrul) și cu dinți fini ascuțiți; turația trebue să fie de 2 800—3 500 rot/min. Baghetele debitate în acest fel, deobicei la dimensiuni între 4 și 20 mm, care predomină în construcția planorului, nu se mai curăță cu rindeaua, decât numai în cazul când circularul nu a executat o tăiere curată. Aceeași operație de debitare se poate efectua foarte bine la o mașină de frezat cu ax vertical, înzestrată cu aceleași pânze de circular.

Freza verticală, care are un cap cilindric de frezare, prelucrează deasemenea diversele forme de cale și curăță interiorul panourilor. Pentru a obține o economie de timp la



plătuirea placajelor folosite în construcție, este indicată freza cu ax orizontal, având o masă reglabilă, atât unghiular (pentru lungimea platuielii cât și vertical, în funcție de grosimea placajului.

Decupările, formele curbe ale calelor și ale colțarelor de lemn și de placaj se fac cu ferestrăul panglică, folosindu-se panglică cu lățimea între 6 și 12 mm. Pentru tăierea găurilor de ușurare sau de trecere, foarte des întâlnite în construcția planorului, se utilizează decupatorul, un sistem de traforaj mecanic de dimensiuni corespunzătoare (masa 1/1 m).

Ajustajul la forma exactă a diverselor piese mici se obține prin șlefuirea la un polisor mecanic, înzestrat cu discuri pe care se aplică hârtia sticlată. Dacă polisorul are câte un disc la ambele capete, se va aplica pe unul dintre discuri hârtie sticlată mai aspră, iar pe celălalt, mai fină.

Pentru rindeluirea mecanică a lemnului se folosește mașina obișnuită de rindeluit, cum și mașina de rindeluit la grosime, construite special pentru ca valțurile să nu turtească fibrele lemnului.

Găurirele (atât la piesele metalice, cât și la unele dintre piesele lemnoase) se fac cu mașina de găurit verticală, cu coloană, având turația reglabilă. Găurirele pieselor mici, ca și cele care trebue efectuate în timpul montajului, necesită mașini de găurit electrice, drepte și cu cot, pentru diametri între 1 și 10 mm.

Rumegușul și talașul rezultat în timpul montajului se scot din părțile greu accesibile (fuzelaj, aripe), cu ajutorul mașinii de aspirat praf (aspiratorul electric).

La lucrările de împânzire se folosește mașina de cusut pentru coaserea pânzei.

Lucrările de vopsitorie se execută cu compresorul cu pistol de stropit.

Pentru fabricarea ferurilor sunt necesare mașini unelte și scule cu care se pot efectua operațiile de strunjire, frezare, tăiere, găurire, presare, sudare, ajustare și tratament termic al metalelor. Date fiind dimensiunile reduse și exactitatea maximă cerută ferurilor folosite în construcția planoarelor, acest utilaj trebue să corespundă dimensiunilor și să fie de mare precizie. Utilajul pentru fabricarea ferurilor se complectează cu băi electrolitice pentru cadmizare, sau băi termice pentru parcherizarea ferurilor terminate, protejându-le contra coroziunii.

Prelucrarea manuală a pieselor și a organelor în toate fazele de pregătire, de montare și de finisare se execută cu ajutorul următoarelor scule:

1. Rindea dreptar
2. Rindea cu dinți
3. Rindea cu margine

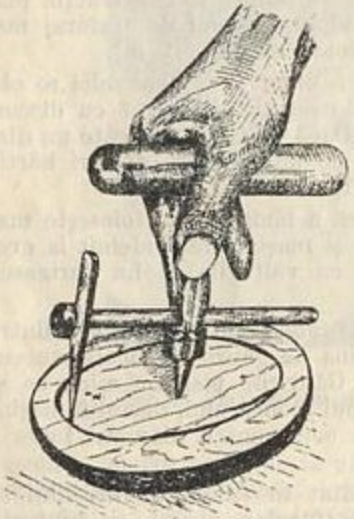


Fig. 88. Compas pentru găuri de ușurare.

4. Rindea cioplitor
5. Rindea gură de broască
6. Rindea universală
7. Dălți pentru lemn
8. Ferestrău de mână (lat, fin, și contur)
9. Ferestraie de potrivit
10. Pile pentru lemn (rașpel)
11. Pile pentru metal (diferite forme și dimensiuni
12. Clește de ciupit
13. Clește de cuie
14. Clește cu cap rotund
15. Clește combinat
16. Clește de tăiat sârmă
17. Ciocane de oțel
18. Ciocane de lemn
19. Ciocane de aramă
20. Coarbă
21. Burghie centrale pentru lemn
22. Mașină de găurit
23. Burghie spirale
24. Compas pentru tăiat găuri de ușurare (fig. 88)
25. Șurubelniță
26. Foarfecă de tablă
27. Ferestrău pentru metal
28. Menghină de matisat
29. Menghină de mână
30. Menghină de banc
31. Dălți pentru metal
32. Punctator (cherner)
33. Priboi (dorn)
34. Sulă de matisat
35. Chei fixe
36. Chei tubulare
37. Chei inelare
38. Alezoare fixe și reglabile
39. Filiere milimetrice
40. Burghie de filetat
41. Foarfeci pentru pânză
42. Ace de cusut
43. Mașină de călcat
44. Pensule de diferite forme
45. Perii de praf
46. Piatră de polisor
47. Nivelă cu apă
48. Fir cu plumb
49. Colțar de metal
50. Colțar de metal reglabil
51. Dreptare
52. Distanțier reglabil
53. Compasuri metalice (interior și exterior)
54. Metru metalic (lamă)
55. Șubler
56. Micrometru
57. Comparator de gaură
58. Nivelă pentru măsurători unghiulare
59. Șuruburi de strâns (fig. 89)
60. Cleme din sârmă de oțel
61. Sgârieci
62. Ace de trasaj
63. Tejghele de tâmplărie
64. Vase pentru clei.



Pentru fixarea diferitelor șabloane și prelucrarea pieselor se folosesc *capre de lemn*; forma și dimensiunilor lor uzuale sunt date în fig. 90.

Dispozitivele folosite pentru prelucrarea și asamblarea diferitelor organe și piese vor fi descrise în capitolele de construcție respective.

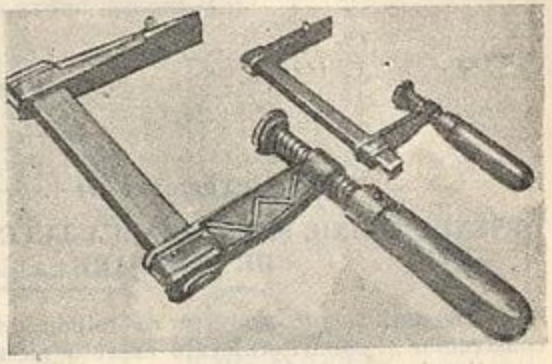


Fig. 89. Șuruburi metalice de strâns.

Intreținerea corespunzătoare și controlul sculelor, al mașinilor unelte și al diferitelor dispozitive, asigură un randament maxim, îmbunătățind în același timp calitatea produsului. Un îndreptar practic în această direcție este manualul „Tâmplăria de construcție" de A. S. Ardanschi, tradus din limba rusă, care constitue un prețios ajutor al experienței tehnice sovietice pentru ridicarea calificării profesionale a forțelor de muncă.

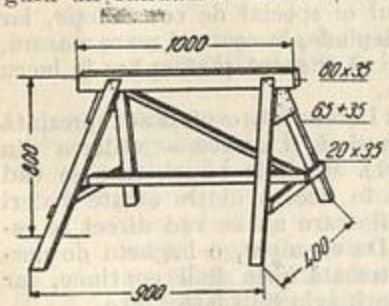



Fig. 90. Capre de lemn.

In general sculele pentru lăcătușerie și montaj sunt cuprinse în subgrupa C 15:

Burghie spirale. Clasificare STAS 572-49
Alezoare fixe — forme și dimensiuni STAS 1263-50
Burghiu pentru găuri filetate STAS 584-49
Scule pentru filetat STAS 1112-50 și 1160-50
Scule pentru centrare STAS 1361-50 și 1362-50
Freze 577-49
Șublere — condiții tehnice STAS 1373-50

*CAPITOLUL III*

## DESENUL TEHNIC ŞI UTILIZAREA LUI IN CONSTRUCŢIA DE PLANOARE

Desenul tehnic serveşte ca mijloc de înţelegere între constructor şi muncitorul care execută piesa în atelier. Construcţia planorului sau a avionului se execută prin asamblarea unui număr foarte mare de piese diferite, lucrate separat, şi trebuind deci, să se potrivească exact cu ocazia îmbinărilor de montaj fără a mai necesita ajustări suplimentare. Fiecare dintre aceste piese are desenul ei special de construcţie, iar executarea precisă a fiecăreia depinde, în cea mai mare măsură, de felul în care muncitorul ştie să citească şi să aplice în lucru detaliile reprezentate în desen.

1. **Reprezentarea pieselor.** In tehnică, o piesă se reprezintă prin desen, deobicei în trei vederi şi anume — vederea din faţă, de sus şi laterală (fig. 91). Muchiile piesei, care se văd direct pe desen, sunt marcate în fiecare dintre aceste vederi prin linii mai pline, iar muchiile care nu se văd direct se reprezintă prin linii întrerupte. De exemplu, o baghetă de nervură, când este liberă, este trasată prin linii continue, iar când trece sub colţarele de placaj, prin linii întrerupte.

Axele se desenează cu linii subţiri, întrerupte şi cu puncte între ele (linie—punct—linie—punct—etc.).

Centrele de găurire sunt date de intersecţia a două axe.

2. **Cotarea desenelor** (STAS 188-49) se face pentru a putea reprezenta piesele cu forme şi dimensiuni reale. Ele sunt marcate de linii subţiri trase dela capete unde se termină în săgeţi, iar dimensiunea se scrie la mijloc. Cota unei raze de curbură este dată printr'o săgeată marcată deobicei cu litera „R" sau „r".

*Indicaţiile de prelucrare a suprafeţelor* (v. STAS 612-49) sunt date prin semne convenţionale pentru indicarea calităţii



suprafeţelor, numite semne de calitate (fig. 92 *a-d*). Semnele de calitate au următoarele interpretări:

*a* — suprafeţe brute, realizate destul de îngrijit din fabricaţie, având semnul ~ ;

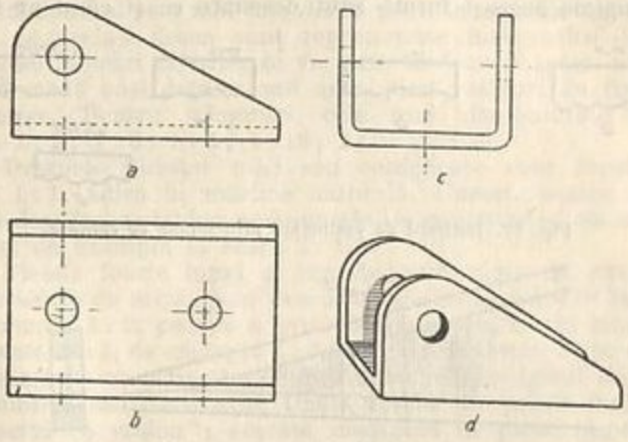



Fig. 91. Reprezentarea unei piese în patru vederi: *a* — din faţă; *b* — de sus; *c* — laterală; *d* — din perspectivă.

*b* — suprafeţe prelucrate, realizate din fabricaţie cu neregularităţi mici, sensibile la pipăit şi vizibile cu ochiul liber, având semnul: un triunghi;

*c* — suprafeţe finisate, realizate uniform şi neted, cu neregularităţi aproape invizibile şi care nu se mai simt la pipăit, având semnul: două triunghiuri;

*d* — suprafeţe şlefuite, realizate foarte uniform şi neted fără nicio neregularitate, având semnul: trei triunghiuri. (Dacă sunt patru triunghiuri, înseamnă că suprafaţa obţinută prin polisare va fi perfect lucie);

*e* — suprafaţă care cere prelucrări speciale (vopsire, călire, polisare, etc.).

3. **Secţiune.** Prin secţiune se înţelege reprezentarea, după dorinţă, a unui obiect presupus tăiat cu un plan şi considerând îndepărtată partea din faţa privirii până la planul de tăiere.

Astfel se poate arăta partea interioară a construcţiei unei piese reprezentată în desen cu anumite amănunte şi cote necesare pentru înţelegerea desenului şi executarea piesei. Locul secţiunii este indicat pe desen printr'o linie, care are

la capete câte o literă (de exemplu $A-B$), cum şi prin una sau două săgeţi, care indică partea din care se priveşte secţiunea (fig. 93).

Părţile pline ale secţiunii sunt haşurate.

Pentru a economisi loc în desen, piesele lungi şi având pe lungime aceeaşi formă sunt desenate ca şi când ar fi în-

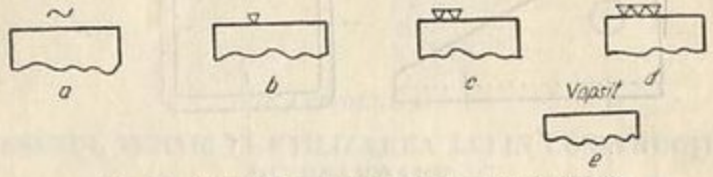



Fig. 92. Indicaţii de prelucrare prin semne de calitate.

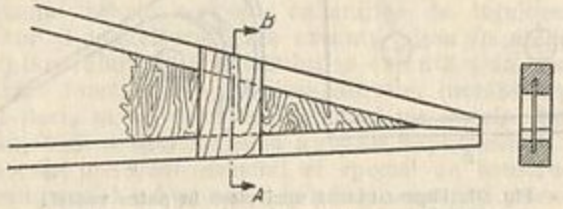



Fig. 93. Secţiune.

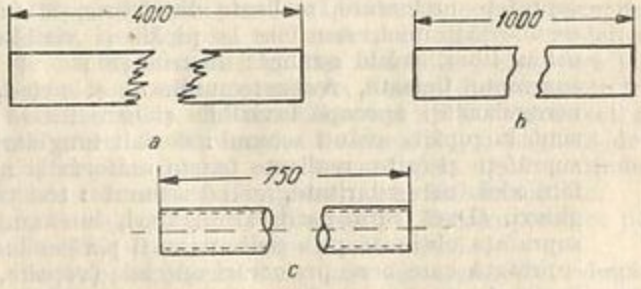



Fig. 94. Linii de ruptură pentru:
a — lemn; b — metal; c — ţeavă sau bară.

trerupte, având o porţiune lipsă. Linia de ruptură este trasă cu mâna liberă şi diferă, ca reprezentare, după materialul din care este făcută piesa (fig. 94). Lungimea totală a piesei este dată prin cote (v. şi Reprezentări pentru secţiuni şi rupturi în desenul industrial, STAS 282-49).



4. **Scara desenelor.** Pentru a uşura mânuirea, desenele pieselor mari se fac mai mici decât este piesa în realitate. In acest caz, în „cartuş" (locul rezervat a se arăta denumirea piesei, executantul şi unele date referitoare la scrisul de pe desen) este dată scara desenului (STAS 2-49), care indică de câte ori desenul este mai mic decât piesa în mărime naturală. Dacă pe acelaşi desen sunt reprezentate mai multe detalii sau piese la scări diferite, se va scrie totdeauna scara la care este desenat acel detaliu sau acea piesă, alături de figurile respective. Pentru micşorări, cele mai întrebuinţate scări sunt: 1 : 2; 1 : 3; 1 : 5; 1 : 10; 1 : 25; 1 : 50.

Desenele pieselor mici sau complicate sunt făcute la scara 1 : 1, adică în mărime naturală. Uneori, pentru a se putea descifra mai bine amănuntele de construcţie, ele se fac mărite, de exemplu la scara 2 : 1.

Piesele foarte lungi şi înguste, cum sunt de exemplu longeroanele de aripă, sunt desenate la o scară mare în lăţime, de exemplu 1 : 2, pentru a avea loc pe desen, iar în lungime, la o scară mică, de exemplu 1 : 5, astfel încât forma de pe desen nu seamănă cu piesa, în schimb sunt redate destul de clar amănuntele de construcţie. Unele desene au pe ele indicaţia „va servi ca şablon"; aceasta înseamnă că piesa respectivă se va copia întocmai, după linia desenului.

5. **Toleranţe şi ajustaje.** Desenele pieselor metalice au marcate indicaţiile de ajustare, toleranţele şi „scaunele". Potrivirea bolţurilor planorului trebue făcută cu cea mai mare exactitate în găurile ferurilor, totuşi, aceste piese trebue să poată fi utilizate la toate aparatele de acelaşi fel. Pentru aceasta se dau toleranţe în plus şi în minus, atât la diametrul bolţului, cât şi la găuri. Mărimea toleranţelor depinde de diametrul pieselor şi de utilizarea lor în construcţie.

STAS dă indicaţii pentru:
abateri şi toleranţe — terminologie STAS 46-49;
jocuri, strângeri şi ajustaje — terminologie STAS 48-49;
sisteme de ajustaj — terminologie STAS 53-49.

Jocul dintre gaură şi bolţul respectiv este caracterizat prin „scaun", adică diferenţa dintre alezajul găurii şi diametrul bolţului (arbore). Toleranţele în plus faţă de dimensiunea nominală pentru găuri sunt indicate pe desene prin litere mari, dela A—H, iar toleranţele în minus, prin litere dela K—Z. Fiecare literă corespunde unei anumite mărimi a toleranţei care este indicată în tabelele tehnice. Toleranţele bolţurilor sunt marcate cu aceleaşi litere, însă mici, adică

dela a—h şi dela k—z. Ajustările se deosebesc după mărimea jocului şi sunt caracterizate prin cifre dela 1—16.

In construcţia planoarelor se vor marca deobicei, în desenele de fabricaţie, următoarele caracteristice ale ajustărilor toleranţelor şi scaunului:

| | | Ajustaj precis | | Ajustaj semiprecis |
|---|---|---|---|---|
| Ajustaje | la găuri | 7 | | 8 |
| | la bolţuri | 6 | | 8—9 |
| Scaune | | Scaun presat | Scaun aderent | Scaun cu joc |
| | la găuri | S | H | F |
| | la bolţuri | s | h | f |

După sistemul sovietic OST există următoarele notaţii:

| | | Ajustaj precis | | Ajustaj semiprecis |
|---|---|---|---|---|
| Ajustaje | la găuri | 1 | | 2 a |
| | la bolţuri | 2 a | | 3 a |
| Scaune | | Presat | Aderent | Cu joc |
| | la găuri | $\pi p_t$ | H | C |
| | la bolţuri | — | | |

De exemplu:

$\varnothing$10H7/h6 din sistemul internaţional ISA ~ corespunde cu A/C şi C/B din sistemul OST.

Dacă se ia de exemplu, ferura de încastrare a unei aripe de planor R.G. 1 (fig. 95), avem pe desen pentru gaură diametrul 10 H7, iar pentru bolţ, diametrul 10 H6; aceasta înseamnă că scaunul trebue să fie aderent (litera H) şi ajustajul precis (nr. 7), atât la gaură, cât şi la bolţ. Pentru acest exemplu se vor găsi toleranţele în tabele, la valorile + 0,01 mm la gaură şi — 0,009 mm la bolţ.

In cazul unor desene mai vechi, valorile toleranţelor se indică direct în cifre pe desen.

Intr'un colţ al desenului este locul pentru scris *indicatorul desenului* (STAS 282-49), unde se trec: denumirea tipului, numărul desenului, reperul piesei, indicaţiile de modificare, scara, semnăturile de control şi felul materialelor complectat uneori cu lista de dimensiuni şi cu numărul de bucăţi



de materiale şi de piese componente. Pe desene sunt scrise deasemenea indicaţii speciale de lucru şi, în unele cazuri mai complicate, este redat şi procesul tehnologic.

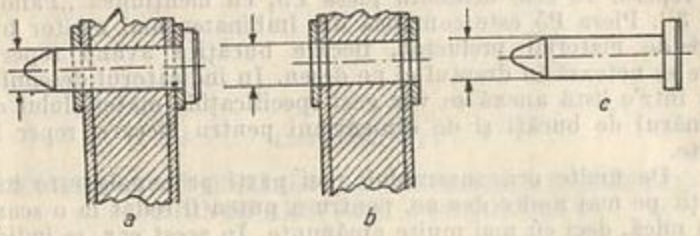



Fig. 95. Ajustaje şi toleranţe:
a — aderent cu ajustaj precis; b — alezare precisă; c — ajustaj precis.

6. **Repere.** Toate piesele sau părţile lor, cum şi organele şi întregul ansamblu al planorului sunt numerotate pe desene. Aceste numere şi litere reprezintă „reperul" piesei respective, putându-se cunoaşte astfel locul unde este plasată şi dacă se mai repetă în construcţie, indicând în acelaşi timp montajul şi uşurând ţinerea evidenţei şi manipulării pieselor în cursul procesului de fabricaţie. In construcţia planoarelor, deoarece unele tipuri sunt compuse din mii de bucăţi diferite ca material şi ca forme, bunul mers al procesului tehnologic se bazează pe folosirea reperelor.

Părţile principale ale planorului, fuzelajul, ampenajul, comenzile, aripele, au câte un număr separat pentru fiecare în parte, reprezentând grupe de construcţie. Astfel se poate menţiona:

fuzelajul având reperul 10 care ajunge până la 19;
ampenajele având reperul 30 care ajunge până la 39;
comenzile având reperul 40 care ajunge până la 49;
aripa având reperul 50 care ajunge până la 59.

In intervalul acesta de 10 repere mari sunt intercalate alte organe, din aceeaşi grupă de construcţie. De exemplu: cu reperul 30 este marcat stabilizatorul, cu 31 — profundorul, cu 32 — direcţia, iar cu 33 — eleroanele, toate făcând parte din grupa de construcţie a ampenajelor.

Fiecare piesă care compune aceste părţi principale (grupe de construcţie) are, la rândul ei, un reper. De exemplu: fuzelajul cu reperul 10 este construit din îmbinarea mai multor piese, cum sunt panourile, iar fiecare panou este numerotat. In general, piesele componente sunt indicate printr'o literă

urmată de numărul piesei. In cazul panourilor de planoare, se va specifica în cartuşul desenului unui panou reperul 10—P5 sau 10—U5; aceasta înseamnă că din grupa de construcţie cu reperul 10 este desenată piesa P5, cu menţiunea „Panoul nr. 3". Piesa P5 este compusă din îmbinarea mai multor bucăţi de material prelucrat, fiecare bucăţică având reperul care se notează în dreptul ei pe desen. In indicatorul desenului sau într'o listă anexă se vor găsi specificaţiile materialului cu numărul de bucăţi şi de dimensiuni pentru fiecare reper în parte.

De multe ori, ansamblul unei părţi principale este împărţit pe mai multe desene, pentru a putea fi redat la o scară mai mică, deci cu mai multe amănunte. In acest caz, se indică fila desenului. De exemplu, fuzelajul se împarte în trei desene: pe primul—botul, pe al doilea — mijlocul fuzelajului, iar pe al treilea — coada. Desenele vor fi marcate cu reperul 10, fila 1,10, fila 2, etc.

In cele de mai sus s'a arătat un sistem de numerotare pe repere, folosit destul de des în desenele de construcţie a planoarelor. Mai sunt şi alte sisteme, toate având însă la bază acelaşi principiu de numerotare, schimbându-se numai numerele şi literele reperelor dela caz la caz, în funcţie de necesităţile şi de felul producţiei.

Citirea desenelor în cadrul construcţiei nu poate fi făcută superficial, referindu-se numai la desenul piesei respective. La prima vedere, de multe ori s'ar părea că nu se vor găsi cotele necesare, însă studiind desenele de ansamblu şi cele ale pieselor care se îmbină cu cea căutată, cotele pot fi determinate prin calcule destul de simple, în majoritatea cazurilor prin simple adunări şi scăderi.

In sectorul construcţiei de planoare, citirea desenului tehnic stă la baza calificării profesionale a fiecărui muncitor.

In afară de STAS-urile arătate în cadrul diferitelor probleme tratate în acest capitol, se mai indică şi următoarele:

— Toleranţe şi ajustaje pentru alezaj unitar în STAS 1919 ; 1925-50 şi în 2001—2008-51
— Corespondenţe între sistemele OST şi STAS în STAS 2273-51
— Filete, şuruburi, piuliţe, repere — STAS 700-49
— Găuri, şuruburi, buloane, nituri — reprezentări simplificate în STAS 187-49
— Suduri prin topire, reprezentări şi semne convenţionale în STAS 735-49
— Rotunjiri, raze normale STAS 406-49
— Diametri normali STAS 75-49
— Tabela generală de filete metrice STAS 981-50
— Filet metric normal STAS 510 şi 645-49
— Filet metric fin 511 şi 512-49; 950, 951, 952 şi 953-50.



*CAPITOLUL IV*

# CONSTRUCŢIA PIESELOR ŞI ASAMBLAREA ELEMENTELOR PRINCIPALE ALE PLANORULUI

## *A.* CONSTRUCŢIA PIESELOR

După cum s'a arătat în capitolul I, părţile constructive principale ale planorului sunt aripele, fuzelajul şi ampenajul, fiecare dintre acestea constituind un ansamblu de piese fabricate separat. Aceste piese sunt astfel construite, încât să asigure, rezistenţa mecanică, obţinându-se în acelaşi timp şi o formă cât mai aerodinamică.

Aripele şi ampenajele, adică suprafeţele purtătoare, au scheletul alcătuit în general din *longeroane*, care formează elementul principal de rezistenţă, şi din *nervuri*, al căror profil asigură forma aerodinamică. Nervurile au şi rolul de a transmite solicitările forţelor aerodinamice dela exterior, mai departe, în longeroane.

Fuzelajul are deasemenea un schelet, compus în majoritatea cazurilor din *panouri* legate prin longeroane. Forma lui opune un minim de rezistenţă aerodinamică, asigurând totodată şi spaţiul necesar plasării amenajamentelor interioare. Scheletul aripelor, ampenajelor şi fuzelajului este complectat de o serie întreagă de piese, care au un rol bine definit, fie pentru asigurarea rezistenţei, fie pentru amenajări specifice utilizării aparatului. Există apoi diagonale, traverse, longeroane false, panouri suplimentare, carenaje, piese de legătură, etc.

Principiul general de construcţie al fiecărei piese în parte este de a obţine un maxim de rezistenţă, pentru un minim de greutate.

### *a)* Contrucţia longeroanelor

Rolul longeroanelor este de a prelua toate solicitările forţelor aerodinamice în cursul sborului şi ale forţelor mecanice în timpul aterisării. Unele longeroane, care lucrează direct la

so'icitări, se numesc longeroane principale ale organului respectiv. Astfel, există longeronul principal al aripei, al stabilizatorului, etc. Altele au numai un rol secundar, ajutător, şi poartă chiar acest nume, de exemplu longeronul ajutător al aripei (longeronul fals) sau se numesc după locul pe care îl ocupă în construcţie, de exemplu, longeronul suport eleron, longeronul bordului de atac, etc. Construcţia fiecărui longeron este în directă legătură cu felul şi cu intensitatea eforturilor la care va fi supus în timpul utilizării. Ţinând seamă de cele de mai sus, se explică dece se întâlnesc în construcţie, atât longeroane făcute dintr'o simplă baghetă de lemn, cu dimensiuni reduse, ca de exemplu longeronul bordului de atac al aripei sau longeroanele fuzelajului, cât şi longeroane complexe, cu formă solidă de egală rezistenţă, cum sunt longeroanele principale de aripă.

1. **Solicitarea longeroanelor.** Inainte de a descrie construcţia propriu zisă a longeroanelor, este indicat să se cunoască cel puţin sumar solicitările la care sunt supuse, luând ca exemplu cazul cel mai complex, al longeronului principal de aripă.

In timpul sborului, longeronul lucrează la încovoiere, ca şi o grindă încastrată. Partea de sus (talpa superioară) va fi solicitată la compresiune, iar partea de jos, la tracţiune, mijlocul formând o axă neutră. Solicitarea se datoreşte forţelor aerodinamice. Rezultă deci că, în părţile de sus şi de jos ale tălpilor longeronului, va trebui să se dispună de mai mult material şi de calitate superioară, iar la mijloc, în dreptul axei neutre, este suficientă o simplă legătură, care are rolul de a ţine cele două tălpi, într'un fel oarecare, la distanţa iniţială una faţă de alta.

Distanţierele dintre tălpi, formate fie din baghete de lemn, fie dintr'o inimă de placaj, sunt solicitate la compresiune. Ele nu permit suprapunerea tălpilor când longeronul este solicitat la încovoiere (fig. 96).

Cu cât solicitarea la încovoiere a longeronului este mai mare (cazul maxim în resursă) cu atât compresiunea pe care o va suferi talpa superioară, respectiv tracţiunea pe care o va suferi talpa inferioară, vor fi mai puternice. Deoarece, molidul trebue să reziste la tracţiune circa 800 kg/cm², iar la compresiune, numai 400 kg/cm², în construcţia longeroanelor de aripă se cunosc cazuri când, pentru acest motiv, talpa superioară va avea o secţiune mai mare decât cea inferioară.

Cunoaşterea felului în care este solicitat un longeron dă posibilitatea de a analiza critic materialul şi construcţia, evitând greşelile care nu pot fi admise la o piesă atât de importantă.



2. **Efectul tăietor.** La construirea pieselor care au de suportat eforturi trebue să se ţină totdeauna seamă de *omogenitatea materialului*. Aceasta înseamnă că lemnul trebue ales astfel, încât să nu aibă părţi cu crăpături, noduri sau, în general, orice alte defecte care ar micşora într'un anumit punct

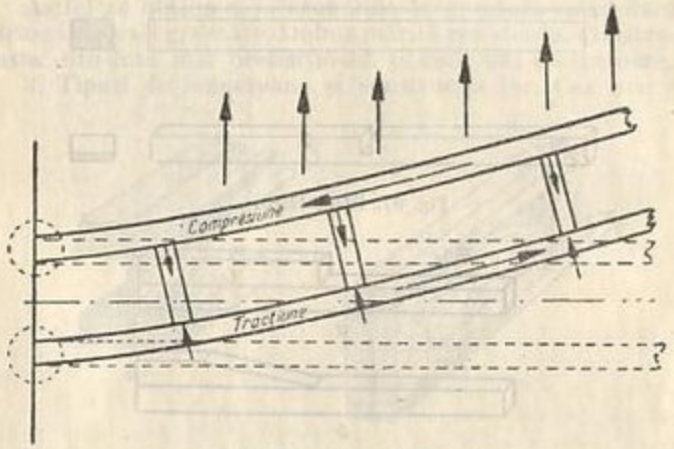



Fig. 96. Solicitarea longeronului principal.

rezistenţa. Pentru o mai bună înţelegere, se poate lua ca exemplu, o baghetă de lemn de molid, cu dimensiunea de 10/20 mm, care va fi supusă la proba de rupere prin întindere. Ea va rezista în funcţie de calitatea materialului şi de suprafaţa secţiunii. In cazul de faţă, bagheta va trebui să reziste la un efort de 1 600 kg (adică 800 kg/cm²). Făcând o tăietură cu ferestrăul exact până la jumătatea secţiunii baghetei, ar urma ca ea să reziste la un efort pe jumătate din cât ar rezista secţiunea întreagă. In realitate, bagheta se va rupe la un efort de numai 600 kg, deci va rezista mai puţin decât jumătate. Adică, în locul unde materialul a fost crăpat, el rezistă mai puţin decât dacă ar avea secţiunea redusă la jumătate (10×10), însă fără să prezinte crăpături (fig. 97). Acest efect tăietor se va întâlni şi când, de exemplu, la mijlocul baghetei se lipeşte deasupra o altă baghetă, care se termină brusc (fig. 98, *a*). Deşi se urmăreşte întărirea piesei prin dublare, rezultatul este slăbirea baghetei în dreptul locului unde se termină brusc dublura. Acest fapt arată clar că în construcţia pieselor solicitate nu trebue

să se facă întăriturі cu terminaţie bruscă sau să se utilizeze material care prezintă crăpături, noduri, etc.

Întăritura corectă face trecerea lină (fig. 98, *b*), înlăturând astfel, pe cât posibil, efectul tăietor. Efectele tăietoare totuşi nu se pot înlătura totdeauna din construcţia planorului.

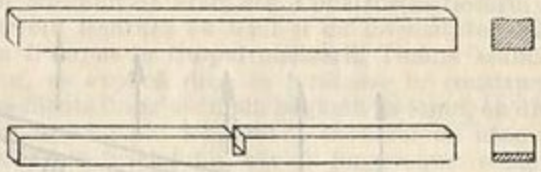


Fig. 97. Efect tăietor.

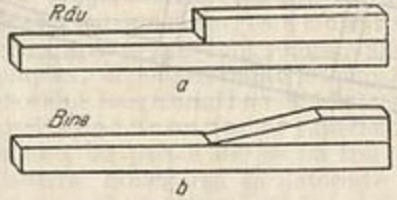



Fig. 98. Dublarea unei baghete.

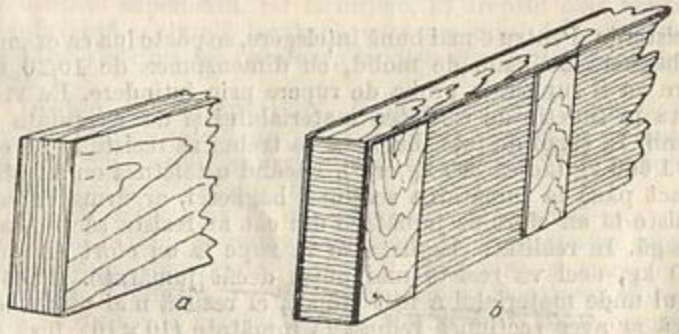



Fig. 99. Longeron „scândură".
a — fibrele dispuse incorect; b — fibre dispuse corect, adică perpendiculare pe latul scândurii, deşi fibrele nu sunt perfect paralele cu botul (lesnd prea mult în latura inferioară).

Astfel, de exemplu, în cazul longeroanelor de aripă, peste a căror înălţime sunt înşirate nervuri, între fiecare două nervuri este lipită, pentru nivelare, o baghetă de umplutură. Din cauza



trecerii abrupte în dreptul nervurilor, sunt locuri de tăiere care slăbesc rezistenţa longeronului, care deaceea trebue supradimensionat. Pentru a înlătura acest efect care ar duce la un plus de greutate în construcţie, la tipurile moderne de planoare nervurile sunt făcute din două părţi, care se lipesc exact până la înălţimea longeroanelor.

Astfel se obţine şi o economie la greutate care, dacă se păstrează aceeaşi greutate, trebue mărită rezistenţa. Construcţia aceasta este însă mai pretenţioasă şi deci mai costisitoare.

3. **Tipuri de longeroane şi construcţia lor.** Cea mai pri-

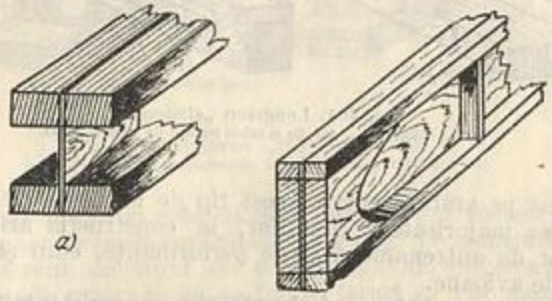



Fig. 100. Longeron „dublu T";
a — secţiune; b — dispunerea calelor la extremitate.

mitivă construcţie de longeron este o simplă scândură (fig. 99). Ea este întrebuinţată la unele tipuri de aripe şi de ampenaje ale planoarelor de şcoală. Deci longeronul de acest tip are o greutate mare faţă de rezistenţa lui, el prezintă totuşi avantajul simplităţii în fabricaţie şi, în special, al uşurinţei cu care se fac reparaţiile după eventualele rupturi. La acest tip de longeron este preferabil ca fibrele lemnului să fie dispuse perpendicular pe lăţimea scândurii, deoarece, în acest fel, lemnul lucrează mai puţin, astfel încât s'ar putea produce, cel mult o eventuală contragere în grosime.

O altă construcţie de longeron, care pentru aceeaşi rezistenţă are aproape numai jumătate din greutatea primului tip, este longeronul în dublu T (fig. 100). El este construit dintr'o talpă superioară şi una inferioară, compuse fiecare din câte două baghete de lemn, care sunt lipite de ambele părţi ale unei inimi de placaj (fig. 100, *a*). Pentru întărirea longeronului în dublu T sunt lipite, în interior, traverse făcute din baghete de molid, cu aceeaşi grosime ca şi a tălpilor (fig. 100, *b*).

Mai rezistent la torsiune şi tot atât de uşor ca şi longeronul în dublu T este longeronul cheson (cutie) (fig. 101). Acest longeron este compus din două tălpi, ţinute la distanţa respectivă prin traverse, iar tot acest schelet de lemn este con-

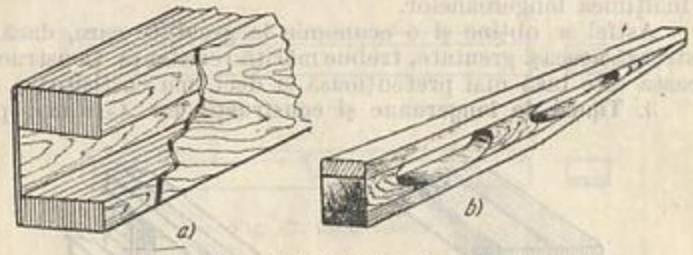



Fig. 101. Longeron „cheson":
a — secţiune; b — tălpile şi calele înainte de contraplacare.

traplacat pe ambele părţi. Acest tip de longeron este utilizat, în marea majoritate a cazurilor, la construcţia aripelor planoarelor de antrenament şi de performanţă, cum şi la multe tipuri de avioane.

Pentru a obţine o îmbunătăţire a rezistenţei lemnului din care se execută tălpile longeroanelor cheson, aceste tălpi sunt confecţionate din mai multe lamele încleite între ele. Fig. 102 reprezintă câte o secţiune a longeroanelor cheson de lamele ale unui planor de performanţă şi ale avionului sovietic tip IAK 1. La acesta din urmă se vede că fiecare lamelă este alcătuită din mai multe baghete încleite una lângă alta. Aceasta pentru a obţine o omogenitate cât mai perfectă de structură a materialului care alcătueşte talpa. Urmarea este evident o creştere a rezistenţei la greutate egală.

Deoarece longeroanele cheson au nevoie de o bună aerisire interioară, ele sunt înzestrate cu găuri de aerisire, cu diametrul între 6 şi 8 mm date în placaj, între distanţiere exact pe linia axei neutre a longeronului. In dreptul acestei axe neutre, eforturile la încovoiere sunt nule, deci găurile de aerisire nu slăbesc rezistenţa construcţiei longeronului. In majoritatea cazurilor, distanţierele din interiorul longeronului cheson sunt uşurate prin găurire (fig. 102). Un alt avantaj al lamelării lemnului este posibilitatea de a construi aripe liber portante, de formă complexă, de exemplu în „M", sau în „V" şi totodată în „săgeată". In medie, grosimea lamelelor pentru longeroane este între 8 şi 10 mm.



Longeroanele pieselor mai puţin solicitate, ca de exemplu longeroanele de ampenaje, longeroanele ajutătoare, etc. se construesc, fie în formă de cheson, având tălpile dintr'o singură baghetă de lemn (fig. 101), fie în formă de U culcat (fig. 103).

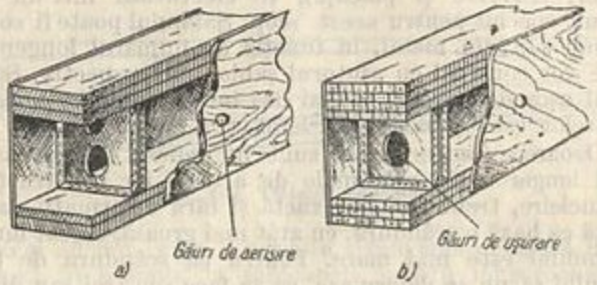



Fig. 102. Longeron „cheson" lamelat:
a — la planor de performanţă; b — la avionul sovietic „Iak".

Acest tip de longeron este similar longeronului cheson; el are însă tălpile şi traversele contraplacate numai pe o singură parte.

Indiferent de tipul de construcţie al longeronului, în punctele unde urmează să se fixeze feruri se vor monta totdeauna cale de lemn care se lipesc între tălpi şi se contraplachează.

Elementele de rezistenţă ale longeronului sunt tălpile; deaceea ele trebue construite din materialul cel mai sănătos şi mai bun din toate punctele de vedere tehnologice, iar dimensiunile lui date în desene trebue respectate întocmai. Deoarece secţiunile longeronului în care intră, în primul rând, dimensiunea tălpilor, sunt calculate exact, fără plusuri, subdimensionarea lor este bine înţeles complect interzisă. Aceasta nu înseamnă însă că tălpile se pot supradimensiona, deoarece, pe de o parte creşte greutatea, iar pe de altă parte, o diferenţă de numai 0,5 mm va duce la inconveniente în montarea celorlalte elemente.

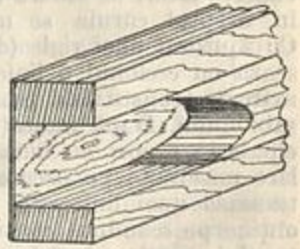


Fig. 103. Longeron în „U"

Calele care se lipesc în interior pentru a dubla tălpile în unele locuri, cum şi calele de umplutură, la locurile de fixare

a ferurilor, vor fi confecționate cu grijă, dintr'un material bun.

4. **Șabloanele și utilizarea lor.** Încleirea pieselor din care se compune un longeron (tălpi, întăriturl, cale de prindere a ferurilor, traverse și placaje), se efectuează într'un șablon construit special pentru acest scop. Șablonul poate fi construit din lemn sau din metal, în funcție de numărul longeroanelor care se vor construi cu ajutorul șablonului respectiv. Șablonul cel mai ușor de realizat și mai des întrebuințat în construcția planoarelor este șablonul de lemn.

Deoarece longeroanele sunt în general piese lungi (în special longeroanele principale de aripă), iar construcția lor, după încleire, trebue să fie exactă și fără deformații, șablonul necesită ca bază o scândură, cu atât mai groasă, cu cât lungimea longeronului este mai mare. Pentru ca scândura de bază a șablonului să nu se deformeze, ea se face din trei sau din cinci părți, încleite între ele, unele în lungime, altele perpendicular. Este preferabil ca partea exterioară a șablonului să fie făcută din lemn tare, de exemplu din fag fiert. Desigur că materialul pentru șabloane trebue ales cât mai uscat, pentru a nu se mai contrage. După ce scândura de bază este rindeluită și curățită cu rindeaua dreptar, se trasează în ea desenul longeronului, în mărime naturală. Trasajul liniei drepte pe o lungime de 6—9 m se realizează mai ușor prin următorul sistem: se bat două ținte la extremitățile șablonului, exact în locul unde este marginea tălpii; de aceste ținte se leagă o sfoară și se întinde bine la câțiva milimetri deasupra scândurii. Din loc în loc, se așează exact, alături de sfoară (fără să o împingă), un colțar metalic, în dreptul căruia se marchează câte un punct (fig. 104). Cu ajutorul unei rigle (dreptar) de 1,5—2 m lungime, se trasează cu creionul o linie dreaptă, care unește toate punctele marcate, constituind punctul de plecare pentru confecționarea șablonului. După indicațiile desenului, se notează cotele principale în raport cu linia trasată și se ridică apoi perpendiculare măsurând pe fiecare din ele, lățimea corespunzătoare. Se trasează apoi linia care unește toate aceste puncte și se va obține pe scândură conturul longeronului. Exact pe linia conturului trasat se încleiază șipci de lemn tare, fixându-le bine cu șuruburi pentru lemn și controlând ca să fie perpendiculare pe scândura de bază. Șipcile vor avea înălțimea mai mică (cu circa 5 mm) decât grosimea tălpilor longeronului, pentru a nu împiedica rindeluirea acestora și lipirea placajului (fig. 105). Dacă șipcile de contur sunt prea joase, talpa longeronului poate să se încline în timpul când se presează încleirea. Șipcile



vor fi așezate cu interstiții între ele, pentru a permite scoaterea ușoară a longeronului din șablon (v. fig. 106). Lățimea șipcilor depinde de tipul constructiv al longeronului, adică la șabloanele pentru longeroane lamelate șipcile trebue să aibă o grosime

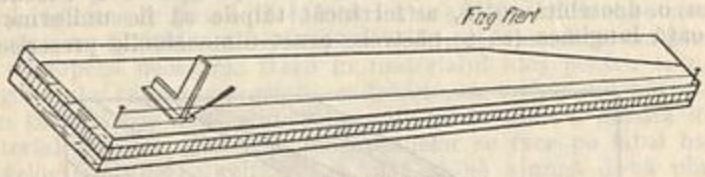



Fig. 104. Trasajul șablonului.

între 35 și 36 mm, spre a permite strângerea necesară încleirii lamelelor; în schimb, la șabloanele pentru longeroane în U

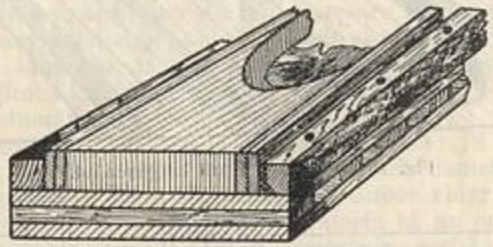


Fig. 105. Șablonul longeronului principal.

sau în dublu T este suficientă o lățime a șipcilor între 25 și 30 mm.

Controlul cotelor șablonului trebue făcut înainte de prinderea șipcilor și apoi încă odată după ce acestea au fost fixate în șuruburi. Dacă cotele corespund exact cu desenul, se va marca pe șipci locul unde, la fiecare longeron terminat, se vor lipi nervurile pentru montajul aripei. Ultima operație înainte de utilizare este impregnarea șablonului cu ulei de in fiert.

Longeroanele care au formă simetrică necesită un singur șablon, iar cele asimetrice (longeroane în U, etc.) un șablon pe stânga și altul pe dreapta.

5. **Fabricarea longeroanelor.** Primele piese care se pregătesc în vederea construcției longeroanelor sunt tălpile. Baghetele se taie la circular, astfel încât lățimea lor să fie cu circa un milimetru mai mare decât cea indicată pe desen. Acest

plus este necesar pentru netezirea cu rindeaua înainte de contraplacare. Prelucrarea grosimii tălpilor este făcută la dimensiune cu ajutorul rindelei dreptar. Rindeluirea se face pe o scândură groasă, perfect dreaptă, cu lungimea corespunzătoare, așezată fix pe capre. Această operație va fi executată cu o deosebită grijă, astfel încât tălpile să fie uniforme pe toată lungimea (să se păstreze exact dimensiunile prescrise în

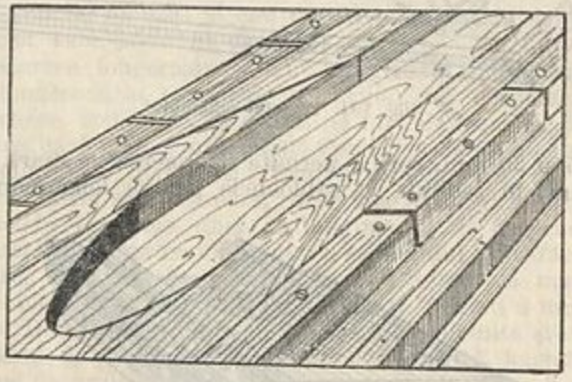


Fig. 106. Platuirea tălpii longeronului.

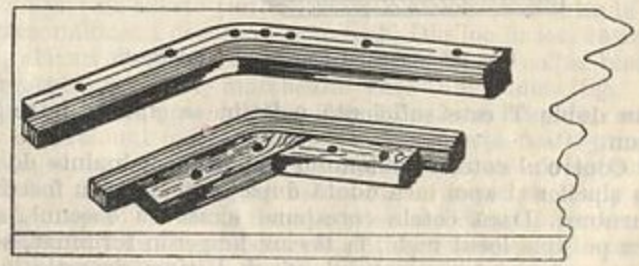


Fig. 107. Indoirea tălpilor lamelate.

desen), toate laturile tălpilor să se întâlnească în unghi drept, iar muchiile să nu fie așchiate.

Pentru fasonarea tălpilor de longeroane principale, dintr'o singură bucată, ar trebui ca material de bază scânduri de rezonanță de calitate superioară, complect fără defecte, lungi de



7—9 m. Intrucât astfel de scânduri se găsesc foarte rar, tălpile longeroanelor principale se fac deobicei din două sau din trei bucăți încleite, una în prelungirea celeilalte. Incleirea se face prin platuială. La prelucrarea materialului, panta platuirii se realizează prin lungimea egală cu 15—18 ori grosimea tălpii. Dacă încleirea se face corect, locurile de șiftuire nu trebue considerate ca o slăbire a rezistenței tălpii, ci numai ca un plus de manoperă necesară. Dacă în materialul ales pentru talpa longeronului se găsesc porțiuni cu defecte, ele trebue îndepărtate prin tăiere, spre a se ajunge la o platuială dintr'o bucată de material sănătos. Platuiala longeroanelor se face pe latul baghetelor (fig. 106), evitându-se însă ca să ajungă două platuieli, una în dreptul celeilalte.

6. **Tălpile lamelate.** In cazul longeroanelor care au tălpile făcute din lamele, va trebui să se respecte cele expuse mai sus despre platuire pentru fiecare lamelă în parte. Incleirea lamelelor se poate face direct în șablon, presându-se cu ajutorul șuruburilor de strâns. Ca reazim de presare se iau șipcile care formează conturul longeronului. Un alt sistem folosit mai ales la încleirea lamelelor late are ca reazim de presare un șablon aparte. Lățimea lamelelor se ia cu un plus de circa 3—5 mm, necesar prelucrării.

Longeroanele principale ale aripelor în „M" prezintă uneori un cot pronunțat, în dreptul căruia lamelele trebue curbate. Această îndoire se poate face direct chiar în șabloanele longeronului, observându-se ca lamela să nu crape sau se execută separat pe un alt șablon, iar bucata astfel obținută se platuește la restul tălpii (fig. 107).

7. **Calele și lipirea lor.** Calele din interiorul longeronului sunt foarte diferite ca formă, fiind fasonate totdeauna după necesitatea construcției. Câteva tipuri caracteristice sunt reprezentate în fig. 108.

O grijă deosebită este necesară la ajustarea și la prinderea calelor de tălpile longeronului. La fabricarea calelor, grosimea acestora se ia cu un plus de 2 mm necesar pentru curățire. Ajustarea în lățime se face cu rindeaua, astfel încât să se potrivească exact și strâns între tălpi, iar marginile să fie formate în unghi drept, deoarece greșeli ca cea arătată în fig. 109 nu sunt admise.

Unele cale sunt foarte lungi și, în acest caz, afară de presarea mijlocului, vârfurile se strâng și ele pe toată lungimea, cu ajutorul șuruburilor de strâns (fig. 110, *a*).

O strângere bună a calelor între tălpi se obține cu ajutorul a două pene. In acest scop, cala se taie în două, se aju-

tează fiecare dintre părți separat, iar cu ajutorul penelor unse cu clei, se lipește și se presează între tălpi (fig. 110, *b*).

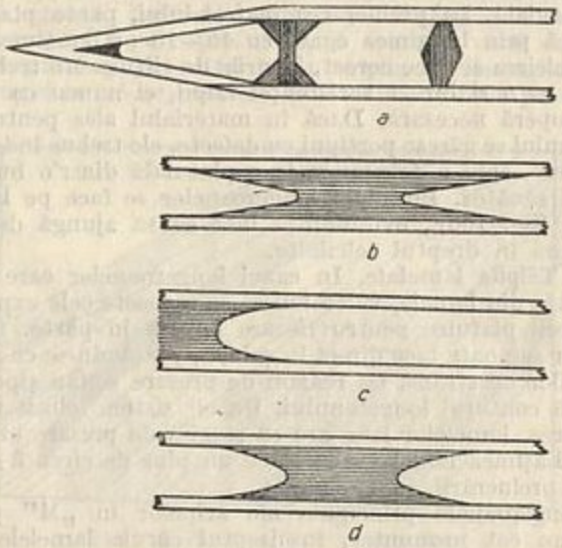



Fig. 108. Cale pentru longeron :
a — dublu T; b,c,d — pentru fixarea ferurilor.

**8. Croirea în șablon și contraplacarea.** După pregătirea tuturor pieselor necesare, se trece la montarea longeronului. Se așează tălpile în șablon, se potrivesc calele și traversele și, după ce sunt ajustate, se aplică clei pe toate suprafețele și se presează. După uscare, se scoate scheletul longeronului din șablon, se curăță plusul de grosime și eventualele diferențe provenite din încleire, se ajustează exact rotunjirea calelor în interior și se așează din nou în șablon pentru contraplacare (fig. 111).

Fig. 109 Cală ajustată greșit.

Placajul care se va așeza trebue bine ales din toate punctele de vedere, atât din cel al calității, cât și al grosimii. Croirea



se face în fâșii puțin mai late decât longeronul, care trebue platuite la lungimea necesară. Acest lucru se poate realiza pe

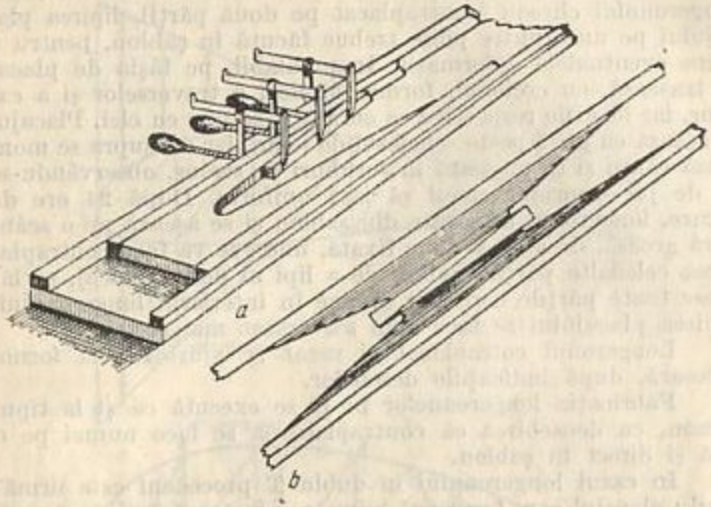



Fig. 110. Presarea calelor :
a — cu șuruburi de strânse; b — cu pene.

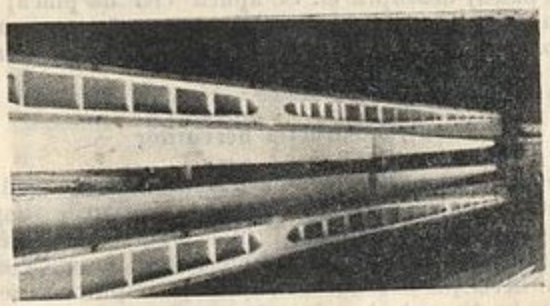


Fig. 111. Longeron necontraplacat.

o scândură dreaptă sau direct pe longeron, platuiala făcându-se totdeauna în dreptul unei cale sau traverse. Primul sistem este mai indicat, deoarece asigură o încleire bună și ușoară a platuielii.

Fibrele placajului trebue să fie dispuse perpendicular sau la 45° faţă de tălpile longeronului ; de acest lucru se va ţine seamă la croire şi va fi specificat totdeauna în desen. In cazul longeronului cheson (contraplacat pe două părţi), lipirea placajului pe una dintre piese trebue făcută în şablon, pentru a evita eventualele deformaţii. In prealabil, pe fâşia de placaj se trasează, cu creionul, forma tălpilor, a traverselor şi a calelor, iar locurile respective se curăţă şi se ung cu clei. Placajul se aşează cu grijă peste scheletul de lemn, iar deasupra se montează căluşi şi se presează în şuruburi de strâns, observându-se ca de jur împrejur cleiul să iasă uniform. După 24 ore de uscare, longeronul se scoate din şablon şi se aşează pe o scândură groasă, dreaptă şi bine fixată, unde se va face contraplacarea celeilalte părţi. Inainte de a lipi al doilea placaj, se lăcuesc toate părţile care vor ajunge în interiorul longeronului. Lipirea placajului se face cum s'a arătat mai sus.

Longeronul cotraplacat şi uscat se ajustează la forma necesară, după indicaţiile desenelor.

Fabricaţia longeroanelor în U se execută ca şi la tipul cheson, cu deosebirea că contraplacarea se face numai pe o faţă şi direct în şablon.

In cazul longeronului în dublu T procedeul este următorul : placajul care formează inima se ajustează înainte de a fi introdus în şablon. Cele două rânduri de tălpi încleite se curăţă cu rindeaua. Se aşează una în şablon, se aplică clei şi se aşează inima de placaj deasupra ei. Se aplică clei de placaj şi peste el se aşează a doua talpă. Totul se presează cu şuruburi de strâns. Longeroanele fabricate se stochează cu grijă, pe reazime, pentru a nu se deforma.

### b) Construcţia nervurilor

1. **Solicitarea nervurilor.** Forma exterioară aerodinamică a suprafeţelor purtătoare este dată de nervurile dispuse şi încleite pe longeroane. In acelaşi timp, ele au rolul de a prelua şi de a transmite longeronului forţele aerodinamice care iau naştere pe învelişul exterior al suprafeţelor purtătoare (aripe, ampenaje), în timpul sborului. Nervurile normale fiind solicitate la încovoiere, construcţia lor se prezintă, deobicei, sub formă de grindă cu zăbrele sau cu inimă de placaj, având ca piesă de rezistenţă cele două tălpi. Diagonalele dintre tălpi sunt aşezate astfel, încât cele mai lungi să fie solicitate la tracţiune, iar cele mai scurte, la compresiune (fig. 112).



Cu acest fel de construcţie se obţine o economie de material, menţinându-se rezistenţa necesară.

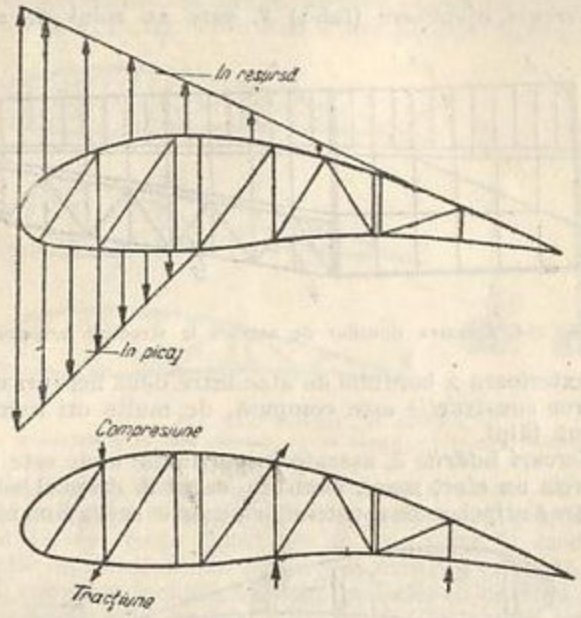



Fig. 112. Solicitarea nervurilor.

2. **Tipuri de nervuri.** O nervură este compusă din următoarele elemente (fig. 113):

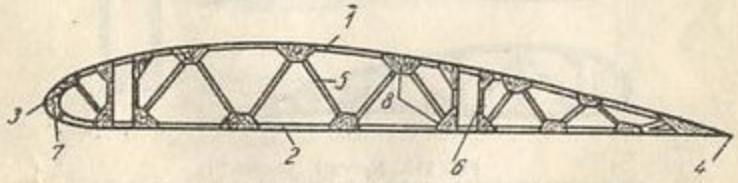



Fig. 113. Părţile componente ale nervurii.

*1* — talpa superioară (extrados), *2*) — talpa inferioară (intrados), *3*) — bordul de atac (bordul nervurii), *4*) — bordul de scurgere (coada nervurii), *5*) — diagonalele, *6*) — traversele, *7*) — calele şi *8*) — colţarele.

Afară de *nervurile normale* (fig. 114-*1*) menționate mai sus, în construcția suprafețelor purtătoare ale planorului se întâlnesc :

*Nervuri ajutătoare* (false) *2*, care au rolul de a întări

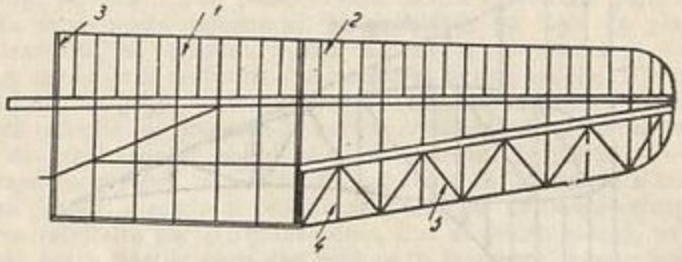



Fig. 114. Așezarea tipurilor de nervuri la structura aripelor

forma exterioară a bordului de atac între două nervuri normale și a căror construcție este compusă, de multe ori numai, din cele două tălpi.

*Nervuri întărite 3*, așezate în porțiunile unde este necesar să se preia un efort mare, cum este cazul în dreptul locului de încastrare a aripei, unde construcția lor este supradimensionată.

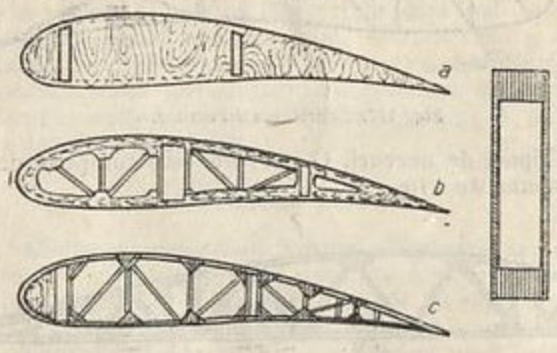



Fig. 115. Nervuri „cheson" :
a – chesonată complect ; b – cu lamele de întărire marginală ; c – cu guseți.

Din punctul de vedere al dispunerii în interiorul scheletului există nervuri drepte și *nervuri diagonale* (*4* și *5*).

Nervurile poartă totdeauna denumirea organelor din care fac parte, de exemplu, nervura aripei, nervura direcției, nervura diagonală a stabilizatorului, etc.



In construcția diferitelor feluri de nervuri pentru organele planorului, se deosebesc, prin dispunerea plăcajului, două tipuri caracteristice, și anume *nervura cheson* (fig. 115) și *nervura în dublu T* (fig. 116). Prima are plăcajul lipit pe ambele

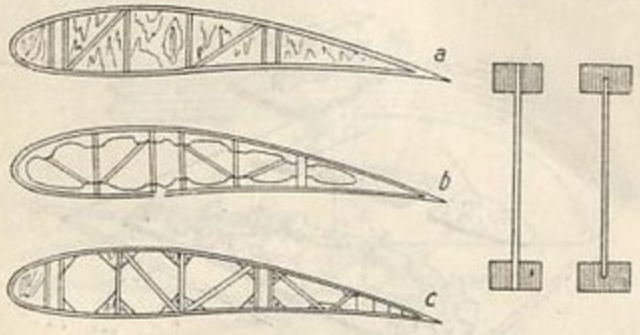



Fig. 116. Nervuri „în dublu T" :
a – cu întărire pe toată suprafața ; b – pe margini ; c – în guseți (colțari).

părți ale tălpilor, formând o cutie (cheson), a doua nervură are plăcajul încleit între două lamele care formează tălpile (dublu T). Fiecare dintre aceste tipuri pot fi construite în mod diferit, în funcție de solicitare. In fig. 115, *a*, este reprezentată nervura cheson, complect închisă, utilizată mai ales ca nervură întărită. Tipurile *b* și *c* sunt nervuri normale. In fig. 116, *a* este repre-

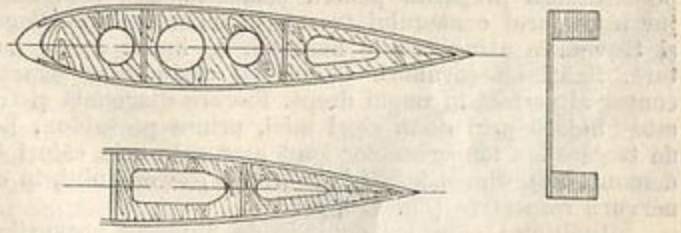


Fig. 117. Nervuri în „U".

zentat tipul de nervură utilizat în construcția ampenajelor, iar tipurile *b* și *c* sunt folosite deobicei în construcția aripei. Nervurile de ampenaje, cu secțiunea mică (profil subțire), sunt construite în formă de U, cu inimă de placaj (fig. 117) sau în dublu T.

3. **Şabloanele şi utilizarea lor.** Confecţionarea în serie a nervurilor se face cu ajutorul unor şabloane masive de lemn sau de metal. Pentru un singur planor este suficient un şablon improvizat, din cuie bătute pe scânduri. Conturul nervurilor este

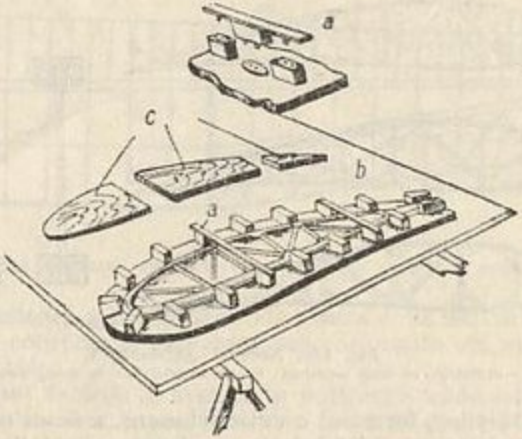



Fig. 118. Şablon pentru fabricaţia nervurilor:
a — cală mobilă; b — şablon; c — capac de greşare.

dat în desenele de fabricaţie cu menţiunea „se va folosi ca şablon", adică se poate copia cu ajutorul hârtiei carbon, direct pe scândura pregătită pentru confecţionarea şablonului. De jur împrejurul conturului trasat, în locurile unde diagonalele şi traversele ating tălpile nervurii, se lipesc căluşi de lemn tare, fixaţi cu şuruburi. Căluşii se prelucrează exact după contur şi perfect în unghi drept. Fiecare diagonală şi traversă este ghidată prin două şipci mici, prinse pe şablon. Locurile de trecere ale longeroanelor sunt asigurate prin căluşi (uneori demontabili), dimensionaţi la mărimea longeronului, în dreptul nervurii respective (fig. 118, *a*).

Înălţimea căluşilor depinde de numărul nervurilor care vor fi încleite dintr'odată. Practic, cele mai bune rezultate sunt date de şabloanele în care se pot încleia între două până la patru nervuri (în cazul nervurilor cheson sau în formă de U).

Pentru presare se taie conturul nervurii dintr'o scândură dreaptă şi se ajustează, pentru ca să intre uşor şi fără joc între căluşii şablonului. Un astfel de şablon, pentru nervuri de aripă, este reprezentat în fig. 118, *b*. După ce se controlează cu



atenţie pentru a nu avea diferenţe, şablonul se îmbibă cu ulei de in fiert.

4. **Pregătirea pieselor.** Din această operaţie face parte pregătirea baghetelor de lemn, a calelor şi a placajului. Tălpile

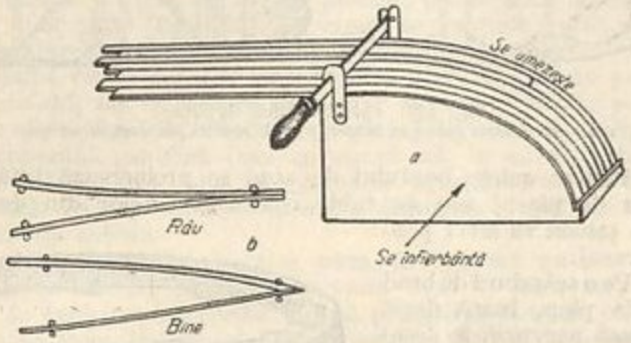



Fig. 119. Dispozitiv pentru îndoit baghete şi poziţia cozii nervurilor.

nervurilor de aripă, în partea în care se va forma bordul de atac, trebue îndoite umede, la cald, într'un dispozitiv care permite uscarea în formă necesară (fig. 119, *a*). Curbura dispozitivului trebue să fie mai mare decât curbura nervurii, deoarece talpa îndoită îşi revine puţin după uscare. În niciun caz nu se pot utiliza tălpile încă umede, fiindcă încleirea lemnului ud nu se face bine şi nu este rezistentă. Tălpile îndoite se taie la lungime, cu un plus de 3—4 cm lăsat anume pentru obţinerea corectă a cozii nervurii (fig. 119, *b*).

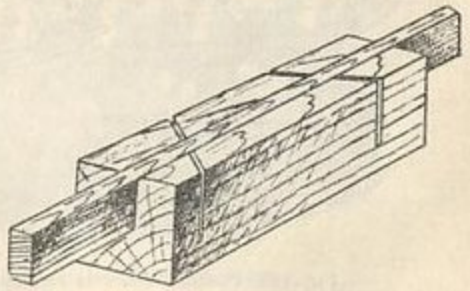


Fig. 120. Dispozitiv pentru tăieri unghiulare.

Diagonalele şi traversele se pregătesc cu ajutorul unui şablon de tăiere la unghi, confecţionat cu ajutorul unui uluc practicat într'o bucată de lemn tare (fig. 120).

În lungul ulucului există tăieturi (crestături) pentru lungimea și unghiul corespunzător. Tăierea se face cu ferestrăul.

Fig. 121. Cala bordului de atac:
a, b — cale ajustate înainte de încleire; c — cală ajustată împreună cu nervura.

Pentru calele bordului de atac se prelucrează întâi un șablon de placaj sau de tablă, conform cotelor din desene. Acest șablon va servi pentru trasaj.

Pe o scândură de brad sau de plop, luată după grosimea nervurii, se desenează forma botului, cu ajutorul șablonului de trasat, apoi se decupează cu ferestrăul-panglică. Dacă nervurile se fabrică în serie (când toate nervurile au același profil), se prind mai multe

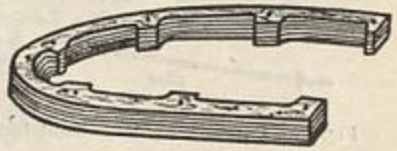


Fig. 122. Colțare de placaj tăiate în bloc.

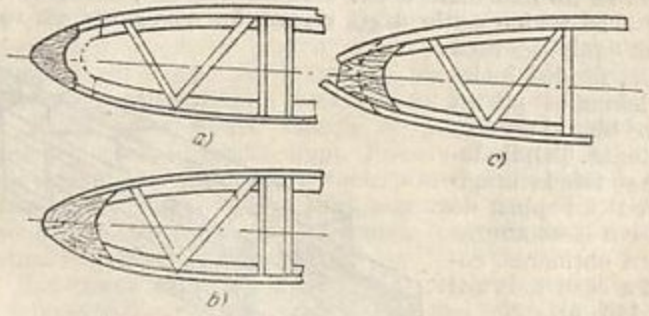


Fig. 123. Poziția fibrelor la colțarele de placaj.

scânduri una peste alta și decuparea se face în blocuri, pentru mai multe nervuri deodată.

Ajustarea calelor se face cu mașina de șlefuit, fie înainte de încleire, în cazul când forma lor este cea reprezentată în



fig. 121, *a* și *b*, fie după scoaterea din șablon, în cazul formei reprezentate în fig. 121, *c*.

Placajul pentru colțare (guseți), inimă, etc. se croește în bloc (desenat tot cu ajutorul unui șablon de trasaj), deoarece sunt necesare mai multe bucăți de aceeași formă. Se poate croi dintr'odată un bloc de 10—20 placaje, prinse între ele cu ajutorul unor ținte (fig. 122). La croire se va ține seamă de direcția fibrelor placajului, după următoarea regulă: *fibrele placajului vor fi paralele cu marginea liberă a baghetei pe care se încleiază, iar la colțare, fibrele vor fi perpendiculare pe nervurile tălpii* (fig. 123). Blocurile de placaj (fig. 122) se decupează cu ferestrăul panglică (sau cu circularul, în cazul colțarelor de formă liniară), apoi se șlefuesc, ajustându-se la forma necesară. Pentru control, blocurile decupate și șlefuite se încearcă în șablon.

Toate bucățile descrise până în prezent au un reper indicat în desen, putând fi plasate ușor în locul respectiv.

5. **Încleirea nervurilor.** După pregătirea tuturor pieselor, se poate trece la încleirea lor în șablon. Astfel, la o nervură cheson se așează întâi colțarele de placaj, pe care s'a aplicat clei, apoi se potrivesc tălpile, diagonalele, traversele și cala din bot, iar deasupra se lipește al doilea rând de colțare. Se repetă aceeași operație pentru a doua nervură, a treia, etc. Pentru ca nervurile să nu se lipească una de alta, se așează între ele hârtie ceruită. Când șablonul este plin, se așează capacul și se presează totul cu ajutorul șuruburilor de strâns

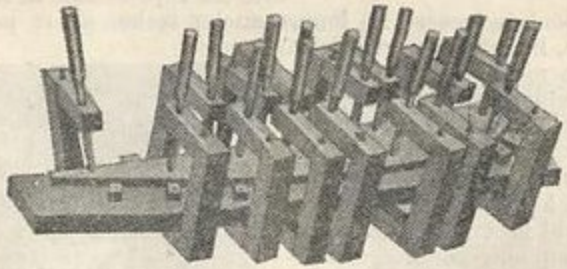


Fig. 124. Presarea nervurilor în șablon.

(fig. 124). După 6—8 ore, nervurile pot fi scoase din șablon și trecute la control.

6. **Ajustarea nervurilor.** După ce s'a uscat încleirea, se face ajustarea cu pila și cu rindeaua. Pentru a se ușura opera-

ţiile ulterioare de montaj (în special la producţia în serie) se folosesc şabloane de ajustare, în care pot intra odată până la

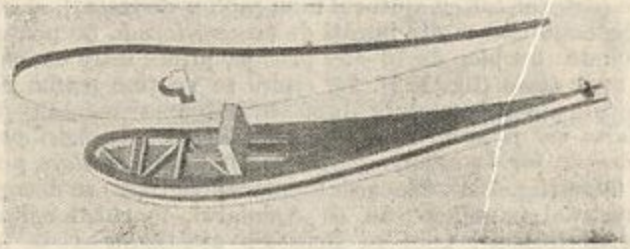


Fig. 125. Dispozitiv de ajustat forma nervurilor.

zece nervuri de acelaşi fel (fig. 125). Aceste şabloane sunt confecţionate din două părţi cu forma profilului nervurii, prinse între ele cu una sau cu două cale care reprezintă exact longeroanele, iar în partea din faţă este decupat locul bordului de atac (fig. 126).

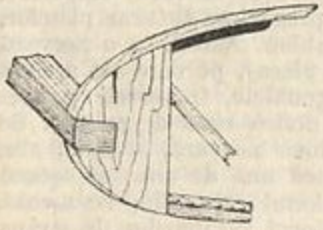


Fig. 126. Decuparea bordului de atac.

Un alt sistem de prindere pentru ajustarea nervurilor aripelor planorului de şcoală este cel reprezentat în fig. 127.

Locul de trecere al longeroanelor trebue să se potrivească bine, înainte ca nervurile să treacă la montaj. Dacă longeronul este oblic, trecerea va fi pilită oblic din traversele nervurii şi, în acest scop, se poate lua ca exemplu fig. 128. Având distanţele *a* şi *b* pe desenul de construcţie al nervurilor, în raport cu mijlocul longeronului, cu ajutorul unui colţar reglabil se poate trasa exact linia până unde trebue prelucrate traversele nervurii, pentru ca să corespundă la înclinarea longeronului.

Fig. 127. Ajustarea nervurilor la planor de şcoală.

La ajustarea şi montarea nervurilor, care au grosimea profilului egală cu înălţimea longeronului, se foloseşte o punte



de legătură peste longeron, făcută din două baghete de 5 × 10 mm, care se lipeşte între botul şi coada nervurii (fig. 129). Puntea se înlătură după ce nervura s'a lipit pe longeron.

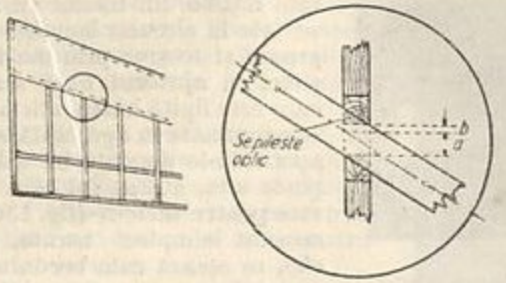



Fig. 128. Ajustarea trecerii oblice a longeronului.

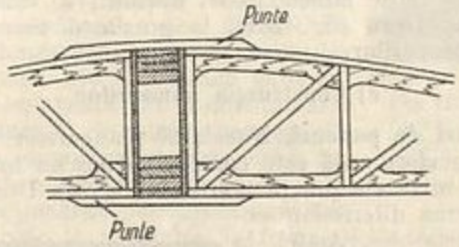



Fig. 129. Punte de legătură la nervuri din două părţi (bot şi coadă).

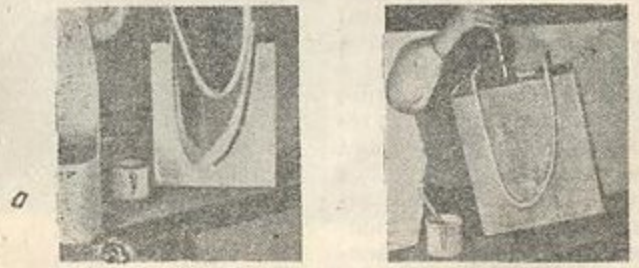



Fig. 130. Lipirea lamelelor în bloc.

7. **Nervuri lamelate.** Unele tipuri de nervuri, întrebuinţate în construcţia planoarelor de performanţă, se fac cu tăl-

pile lamelate. Lamelele (în special botul nervurii) sunt lipite în bloc din furnir de molid, gros de 1,5—2,5 mm, presat în şabloane după forma profilului nervurii. In loc de furnir special se pot obţine uşor lamele de 2 mm lăţime din molid. In acest scop se taie la circular lamelele puţin mai groase şi se trec prin maşina de grosime, cu ajutorul unei scânduri pe care este lipită hârtie sticlată. Furnirele înmuiate în apă caldă se îndoaie, aşezându-le deodată în şablon, una peste alta, atâtea foi câte sunt necesare pentru încleire (fig. 130 *a*). După ce sunt complect uscate, se aplică clei, se aşează cala bordului de atac şi totul se presează în acelaşi şablon (fig. 130 *b*).

Fig. 131. Tăierea tălpilor lamelate.

Din blocul de lamele astfel obţinut, se taie tălpile, cu circularul sau freza (fig. 131), la grosimea necesară pentru fabricarea nervurilor.

### c) Construcţia panourilor

1. **Tipuri de panouri.** Fuzelajul planoarelor de antrenament şi de performanţă este construit dintr'un număr de panouri legate între ele prin longeroane (fig. 4). Deci, panourile vor avea forma diferitelor secţiuni ale fuzelajului. Astfel, la unele tipuri, secţiunile sunt pătrate, hexagonale sau, în general, cu marginile drepte. La altele, se vor întâlni secţiuni rotunde, eliptice sau ovoidale, adică marginea exterioară a panourilor va avea o formă curbă. Panourile diferă între ele ca formă şi construcţie, după rolul pe care îl au în structura fuzelajului. De exemplu, panourile simple au rolul de a menţine forma exterioară a placajului (fig. 132, *a*), alte panouri, cu o construcţie mai robustă, suportă fixarea diferitelor părţi metalice (fig. 132, *b*) şi, în sfârşit, panourile principale, de care se fixează aripele planorului (fig. 132, *c*).

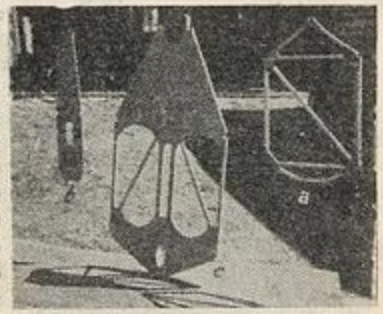



Fig. 132. Panouri.



Din punct de vedere constructiv, un panou este compus dintr'o serie de baghete de molid, simple sau lamelate, legate între ele prin cale şi colţare de placaj. Locurile de fixare ale ferurilor sunt înzestrate cu cale mai mari, tot astfel şi partea inferioară a panourilor care susţin aterisorul. Şocurile aterisajului sunt transmise prin diagonale şi traverse, care fac legătura interioară a panoului.

Fig. 133. Cale de legătură în interiorul panoului: Ciocanul serveşte la comparaţia de mărime.

Toate calele se ajustează aş fel, încât să prezinte o trecere cât mai puţin bruscă faţă de baghetele pe care sunt lipite (fig. 133). Părţile curbe sau mai mult solicitate din rama panoului se construesc din lemn lamelat.

2. **Şabloanele pentru panouri.** Cu desenele de fabricaţie se poate trasa conturul panourilor, putându-se realiza astfel şabloane asemănătoare celor folosite în construcţia longeroanelor şi a nervurilor de aripă. Figura 134 înfăţişează şablonul ce se întrebuinţează la confecţionarea panoului principal de formă hexagonală.

Pentru organizarea construcţiei, baghetele, calele şi colţarele de placaj folosite la confecţionarea panourilor sunt trasate şi decupate în prealabil, în forma şi de dimensiunea necesară. Grosimea calelor are un plus de circa 2 mm faţă de grosimea baghetei, pentru ca, înainte de contraplacare, să se poată face curăţirea pe ambele părţi. Deoarece calele şi colţarele

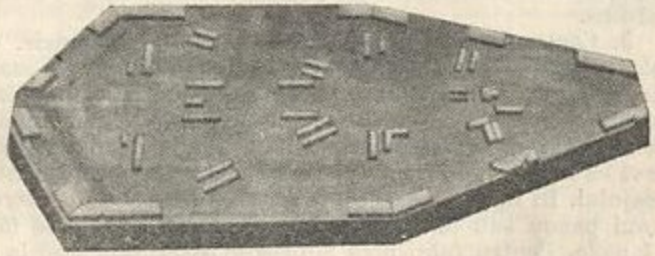


Fig. 134. Şablonul unui panou principal hexagonal.

formează nodurile de legătură ale panourilor, lipirea lor se face cu o deosebită grijă. In timpul încleirii, presarea calelor

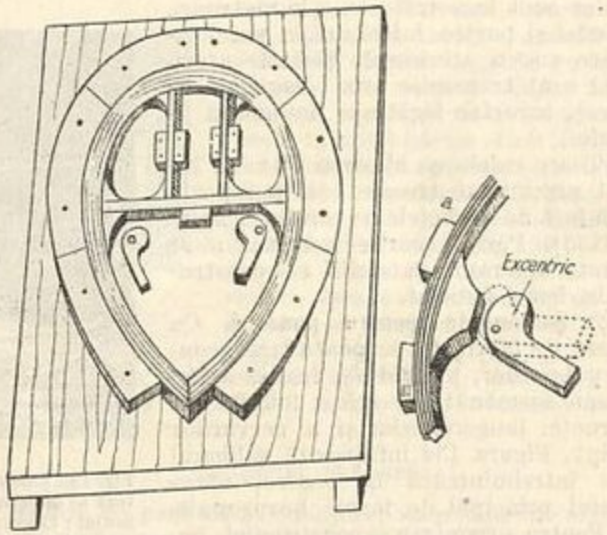



Fig. 135. Şablon pentru panou ovoidal:
a — presarea calelor cu excentrice.

este realizată cu ajutorul clemelor confecţionate din sârmă de oţel, iar acolo unde locul permite, se folosesc şuruburi de strâns.

3. **Contraplacarea panourilor şi panouri de lamele.** Contraplacarea se face, pe o parte, direct în şablon, iar pe cealaltă parte, separat, pe o scândură dreaptă. Panourile contraplacate se ajustează, tăindu-se şi locurile pentru prinderea longeroanelor. In acelaşi timp, se trasează linia de mijloc a panoului, pentru a servi ca reper la simetria ajustării şi, mai târziu, la montarea fuzelajului. In fig. 135 este reprezentat şablonul de construcţie al unui panou sub formă ovoidală, a cărui ramă este făcută din lamele. Pentru fabricarea lamelelor, se fac şabloane la care presarea încleirii este realizată prin şuruburi de strâns sau prin bandă metalică ce înconjură conturul şablonului (fig. 136).

Lamelele se iau cu o lăţime de câteva ori mai mare decât este necesar pentru rama panoului; apoi se aşează în şablonul



de confecţionare (fig. 136) şi se lipesc împreună cu calele respective. In acest fel se obţine un bloc din care se decupează,

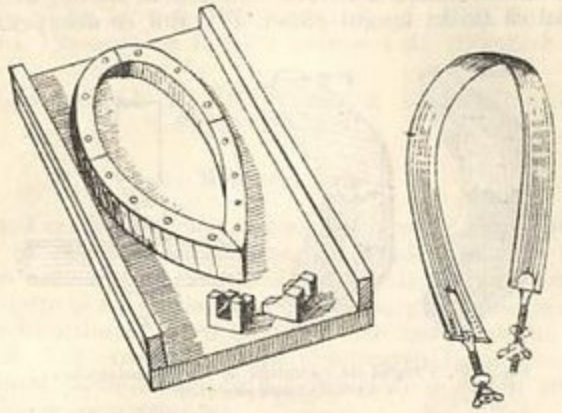


Fig. 136. Dispozitiv de presare a lamelelor pentru panouri ovoidale.

la frezá, rame de panouri, care urmează să fie contraplacate. Pentru fabricaţia de panouri cu secţiune în formă de dublu T (cu inima de placaj la mijloc), acest sistem de tăiere a ramelor din bloc este utilizat chiar în cazul confecţionării unui singur planor. Curăţirea interioară a panourilor ovale se face cu ajutorul frezei (fig. 137), iar pentru ajustarea formei exterioare se lasă întotdeauna un plus de circa 1 mm care va permite corectările ce vor fi necesare la asamblarea fuzelajului.

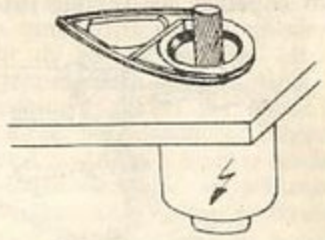


Fig. 137. Curăţirea panourilor la interior cu freza.

### d) Pârghii de comandă şi piese curbate

1. **Pârghiile de comandă** ale ampenajului la multe tipuri de planoare sunt făcute din lemn. Construirea lor se face cu multă atenţie, deoarece ruperea unei astfel de pârghii în timpul

sborului poate avea consecinţe grave. Ca material se întrebuinţează lemnul de frasin şi placajul. Lemnul se taie sub forma şi dimensiunea necesară indicată în desen, astfel încât fibrele lui să fie în lungul piesei. Placajul se decupează cu fi-

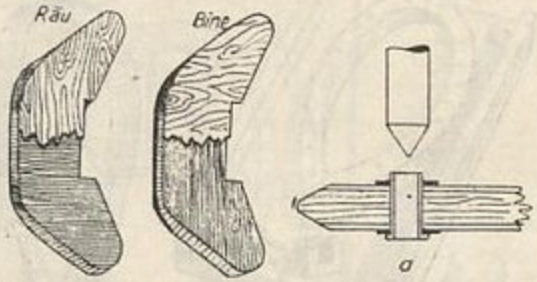



Fig. 138. Pârghii de comandă de lemn contraplacat :
a — nituirea bucşei pentru bolţ

brele dispuse în latul pârghiei (deci pe direcţia solicitării cablului de comandă (fig. 138).

Găurile de prindere a cablului de comandă au câte o mică bucată de ţeavă (nit tubular) de aluminiu, de aramă sau de oţel moale, care se nitueşte, protejând lemnul de uzură. Sub capetele acestui nit tubular se aşează rondele, pentru a feri placajul de strivire. Ultima operaţie înainte de vopsire este ajustarea formei definitive şi şlefuirea.

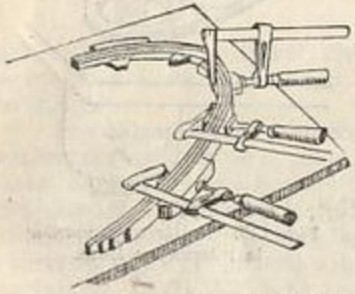


Fig. 139. Lamelarea unei piese curbate.

2. **Piesele curbate** necesită o curbare puternică, aşa cum este cazul extremităţii aripelor sau al părţilor din faţă ale fuzelajului, etc., care sunt făcute din lamele de lemn încleite şi presate în şabloane în forma necesară (fig. 139). Uneori este nevoie de piese care au o curbură dublă. In acest caz, încleirea lamelelor se face întâi într'un sens, iar după uscare, se taie din nou în lamele, şi se încleie cu ajutorul şablonului, în celălalt sens.

Cu cât raza curburii este mai mică, cu atât şi lamelele vor fi mai subţiri. Lăţimea lor se calculează astfel încât prin



decupare la freză, să se obţină numărul de bucăţi necesar la dimensiunea baghetei ce se construeşte. Şabloanele de încleire se fac din două sau din mai multe părţi de lemn dintre care una are forma piesei iar celelalte servesc drept căluşi de strângere (negative). Presarea se face cu şuruburi de strângere.

## *B.* ASAMBLAREA ELEMENTELOR PRINCIPALE ALE PLANORULUI

### a) Montarea aripei

După ce s'au pregătit toate piesele care compun structura aripei — ca nervuri, longeroane, diagonale, etc., se trece la montarea lor. Pe longeroanele principale se trasează exact locul de lipire al nervurilor şi se dau cu burghiul găurile necesare prinderii ferurilor. Pentru montare este nevoie de un gabarit (dispozitiv fix) care să permită menţinerea formei necesare a aripei, dând posibilitatea de a aşeza şi de a încleia fără deformaţii piesele componente.

1. **Gabaritele**, pentru montarea aripelor sunt în general, de două feluri : *orizontale* (aripa culcată) şi *verticale* (aripa aşezată cu bordul de atac în sus). Oricare dintre ele trebue să fie cât mai rigid (nedeformabil) şi executat precis după desenele tipului respectiv de aripă. O primă indicaţie pentru construcţia gabaritelor este forma ansamblului de aripă. In fig. 140 *a* este reprezentată structura unei aripe dreptunghiulare, folosită în construcţia planoarelor de şcoală, iar fig. 140, *b* reprezintă structura unei aripe trapezoidale, sistem tipic în construcţia planoarelor de antrenament şi de performanţă. Aripa planorului de şcoală are două longeroane cu aceeaşi înălţime în secţiune, nervurile având pe toată lungimea acelaşi profil. Pentru a construi un gabarit orizontal se utilizează trei, patru capre (în funcţie de lungimea aripei) care se fixează bine în podea, iar partea lor superioară se aşează la aceeaşi înălţime şi perfect orizontal. Pentru control este nevoie de un dreptar lung şi de o nivelă cu bulă de aer.

In cazul când ambele longeroane sunt la aceeaşi înălţime faţă de orizontală, pentru aşezarea lor se va putea folosi direct partea de sus a caprelor. Sunt cazuri când longeronul posterior nu este la aceeaşi înălţime cu cel anterior (fig. 141). Această diferenţă se complectează punându-se pe capre căluşi de lemn.

Pentru aripa trapezoidală (fig. 140, *b*), la care longeronul principal are un cot, construcţia gabaritului este puţin mai

complexă. Ca bază inițială se fixează, de exemplu, trei capre, ținând seamă de distanța dintre câteva nervuri luate ca repere. In cazul reprezentat în figură, prima capră e așezată în dreptul

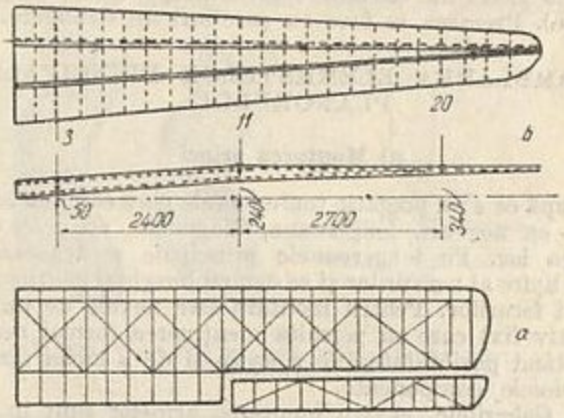



Fig. 140. Structura aripelor:
a — aripa unui planor de școală; b — aripa unui planor de performanță.

nervurii *3*, a doua la o distanță de 2 400 mm, în dreptul nervurii *11*, iar a treia, la 2 700 mm mai departe deci în dreptul nervurii *20*. In desenul longeronului principal sunt date co-

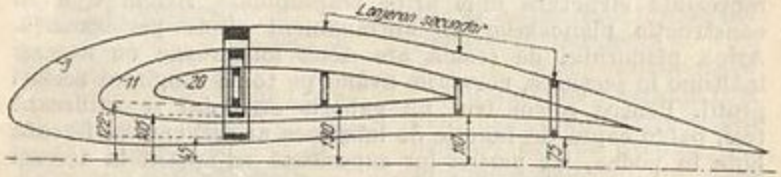



Fig. 141. Planul profilelor.

tele în raport cu orizontala (fig. 140, *b*). In dreptul nervurii *3*, longeronul este ridicat la 50 de mm; în dreptul nervurii *11* la 240 mm, iar în dreptul nervurii *20*, la 340 mm. Pentru culcarea longeronului se adaugă pe capre căluși ajustați la înălțimea respectivă (fig. 142). Dacă pe desene nu sunt trecute toate cotele necesare, ele se vor calcula în raport cu alte cote care sunt date (*în niciun caz nu se va măsura la scară după*



*desen*). Poziția longeronului ajutător este dată, în desenul nervurilor, în raport cu poziția longeronului principal (fig. 143). In construcția gabaritului interesează numai diferența

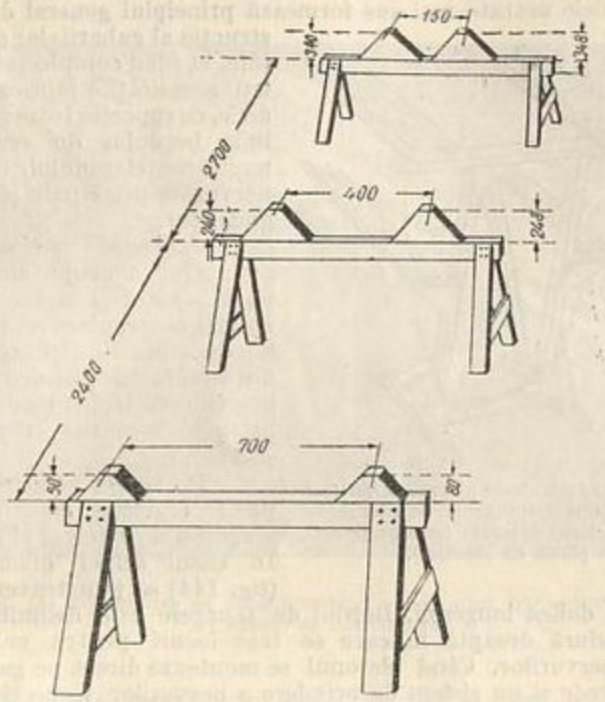



Fig. 142. Principiul gabaritului orizontal pentru aripa trapezoidală:
creșterea înălțimii călușilor înspre capăt și totodată apropierea lor.

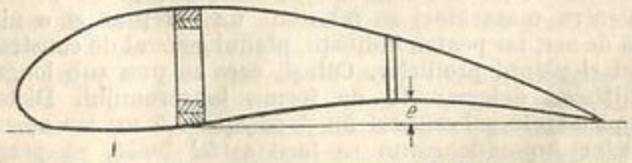



Fig. 143. Înălțimea longeronului secundar (*e*) față de longeronul principal.

dela bază longeronului principal până la baza longeronului ajutător (*e* din fig. 143).

Afară de cele trei capre care au fost luate ca bază, se mai intercalează apoi şi alte capre şi anume atâtea câte cere lungimea longeronului pentru ca să nu se încovoaie, pe intervalul dintre o capră şi alta.

Cele arătate mai sus formează principiul general de construcţie al gabaritelor orizontale, el fiind complectat, pentru necesităţile fabricaţiei în serie, cu suporturi care asigură linia bordului de scurgere, montarea eleronului, fixarea nervurilor principale şi a diagonalelor.

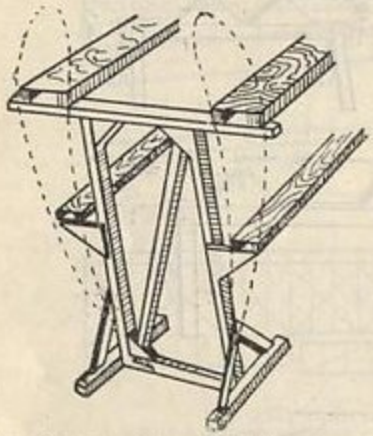


Fig. 144. Asamblarea pe gabarit vertical a unei aripe dreptunghiulare bilongeron pentru planor de şcoală (schema principiului de montare).

*Gabaritul vertical* are avantajul că ocupă mult mai puţin spaţiu şi uşurează în special contraplacarea bordului de atac. El este compus din mai multe picioare metalice (sau de lemn) bine fixate în toate sensurile (fig. 144 şi 145).

Pe aceste picioare sunt prinse traverse care susţin longeronul principal al aripei. In cazul aripei bilongeron (fig. 144) se pun traverse şi sub al doilea longeron. Bordul de scurgere este delimitat de o scândură dreaptă în care se taie locuri pentru culcarea cozii nervurilor. Când eleronul se montează direct pe gabarit, se prevede şi un sistem de prindere a nervurilor respective.

Cotele necesare construcţiei sunt aceleaşi ca şi la gabaritul orizontal, respectându-se poziţia bordului de atac şi de scurgere în raport cu longeronul principal (fig. 146).

Pentru măsurători se folosesc un dreptar şi o nivelă cu bulă de aer, iar pentru indicaţii, planul general de construcţie a aripei şi planul profilelor. Căluşii care se pun sub longeron au înălţimea determinată de forma longeronului. Distanţa dintre picioarele gabaritului nu depăşeşte 1,5 m, iar aşezarea traverselor suport-longeron se face astfel încât, să permită încleirea tuturor pieselor componente. Părţile de lemn ale gabaritului se impregnează cu ulei de in fiert ca şi în cazul şabloanelor de nervuri şi panouri, impregnarea cu ulei de in fiert face ca părţile ce se încleiază să nu se lipească de gabaritele



respective. Cleiul care se prelinge pe gabarite se curăţă foarte uşor. Din când în când, impregnarea se împrospătează. Periodic, la intervale de timp nu prea mari, care se vor aprecia dela caz la caz, gabaritul va fi supus controlului pentru a se verifica

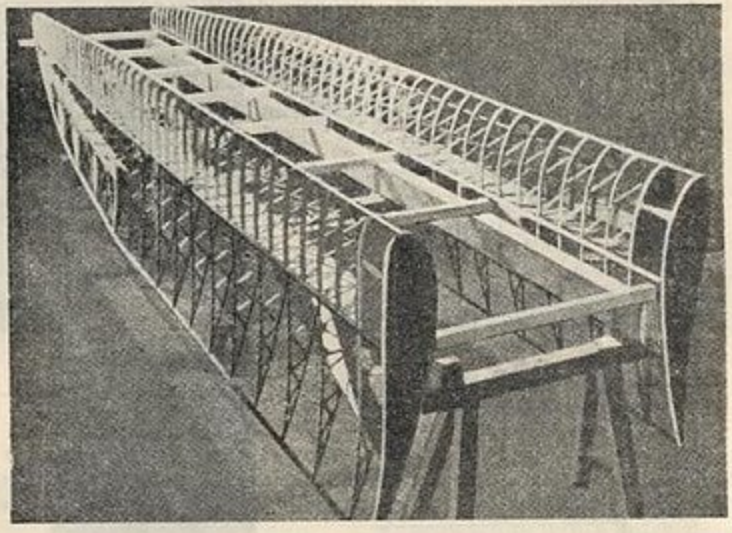


Fig. 145. Asamblarea pe gabarit vertical a unei aripe trapezoidale pentru planoare de antrenament.

dacă nu s'a contras materialul lemnos şi dacă nu prezintă deformaţii.

La construcţiile în serie, se ataşează pe gabarit un dispozitiv metalic de prindere a ferurilor principale (fig. 147). Acest dispozitiv are şi o contra piesă făcută pentru ferurile de încastrare ale fuzelajului.

Impreună cu gabaritele sunt folosite diferite şabloane pentru găurirea longeronului şi a celorlalte piese în dreptul locului de fixare a ferurilor. Când aceste şabloane sunt făcute din lemn, găurile se prevăd cu ţevi metalice de ghidaj.

2. **Montarea pieselor.** Longeronul principal, având trasat pe el locul de lipire al nervurilor (după ce s'au dat găurile pentru şuruburile de fixare a ferurilor), se aşează pe suporturile gabaritului, şi se începe înşirarea nervurilor. In această operaţie,

nervurile care nu sunt ajustate exact la forma longeronului în special cele care se înșiră pe longeron provoacă o serie de greutăți. Dacă nervura nu intra pe longeron, în niciun caz nu se va ajusta longeronul, spre a nu-l slăbi. O soluție este ca cele două traverse din nervură să fie tăiate oblic la mijloc, obținându-se un joc de 2—3 mm (fig. 148) care permite înșirarea pe longeron.

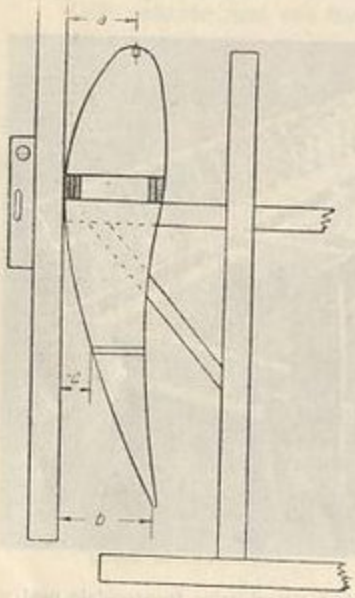


Fig. 146. Cotele de construcție ale aripei — la gabaritul vertical.

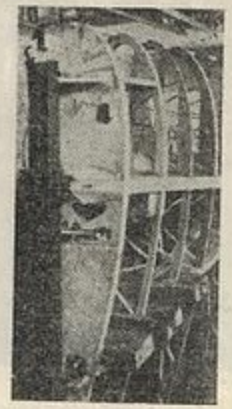


Fig. 147. Dispozitiv de prindere a ferurilor principale.

Acest inconvenient care impune o operație suplimentară poate

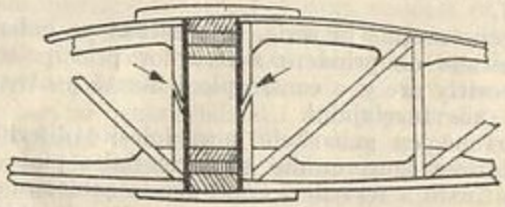


Fig. 148. Tăierea traverselor pentru trecerea longeronului (vezi săgețile).

fi înlăturat chiar în cursul fabricației nervurilor, dacă se urmărește atent executarea și, în special, ajustarea lor.



Când toate nervurile normale sunt înșirate, se începe încleirea lor cu longeronul, și anume dela nervura *I*. In acest scop se împinge puțin la o parte nervura, iar locul ei pe longeron se înăsprește cu hârtie sticlată sau cu rindea foarte fin dințată. Apoi se curăță praful, se unge cu clei și se

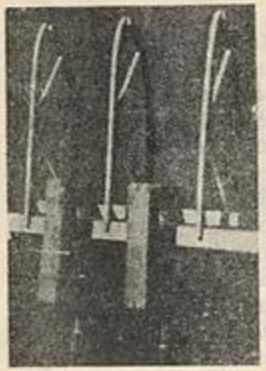


Fig. 149. Lipirea (și strângerea) nervurilor pe longeron.

Fig. 150. Longeron: *1* — auxiliar; *2* — diagonală; *3* — nervură; *4* — cală triunghiulară.

pune nervura la loc, controlându-i poziția. Presarea încleierii se face prin strângerea unor bucățele de lemn (fig. 149) care formează o punte între două nervuri. Poziția cozii nervurilor se controlează în timpul

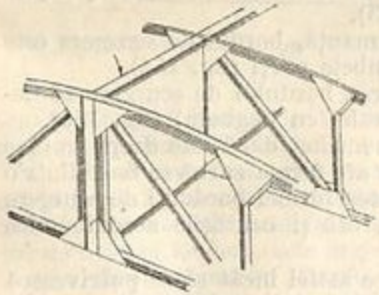


Fig. 151. Baghete de umplutură (vezi săgeata).

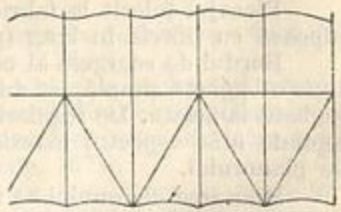


Fig. 152. Bord de scurgere deformat (vezi săgeata).

lipirii, pentru a nu da deformații la bordul de scurgere.

Dacă în structura aripei intră și longeroane ajutătoare (oblice) montarea acestora se face înainte de lipirea nervurilor.

De multe ori nervurile nu sunt așezate în unghi drept față de longeron. In acest caz se face o ajustare prealabilă a traverselor respective. Aceeași operație este necesară și la diagonale (fig. 150).

Ca piesă de legătură între nervuri există bagheta bordului de atac, care se introduce în crestătura botului nervurilor în așa fel, încât să se obțină o linie regulată și continuă pe toată lungimea bordului de atac al aripei. Dacă sunt devieri, alinierea baghetei se face lărgindu-se crestătura din botul nervurii în partea necesară iar spațiul rămas gol se umple prin lipirea unei mici pene de lemn.

La aripele care au bordul de atac cheson, între nervurile normale se introduc și se lipesc nervuri auxiliare (nervuri false).

Deoarece nervura principală are de transmis eforturi mari, se fixează de longeron prin cale triunghiulare de lemn. Aceeași fixare se face și în dreptul joncțiunilor longeronului fals (oblic) cu longeronul principal. Cala de legătură se ajustează foarte exact în unghiul format de cele două piese și se presează puternic la încleire.

Diferența dintre longeron și tălpile nervurilor se nivelează cu baghete de umplutură, lipite pe longeron (fig. 151).

Bordul de scurgere reprezintă extremitatea din spate a aripelor și a comenzilor. De el se prinde pânza și, dacă nu este destul de rigid, el se poate deforma ușor la întinderea pânzei (fig. 152). Construcția cea mai obișnuită pentru bordul de scurgere este forma de „T", cu o inimă de placaj lipită între cele două baghete (fig. 153).

Pentru planoare de performanță, bordul de scurgere este ascuțit, iar placajul acoperă ambele părți (fig. 154).

Placajul folosit la fabricarea bordului de scurgere se decupează cu fibrele în lung (paralel cu bagheta) (fig. 155).

Bordul de scurgere al comenzilor, dacă este drept se face dintr'o baghetă simplă, iar dacă are forma curbă se face dintr'o baghetă lamelată. De regularitatea formei bordului de scurgere depinde atât aspectul exterior, cât și calitățile aerodinamice ale planorului.

Montarea eleronului se face astfel încât să se potrivească exact pe conturul și pe forma aripei indicate în desene. In timpul montării, între longeronul suport-eleron de pe aripă și longeronul eleronului se pun căluși de lemn, care asigură distanța necesară rotirii balamalelor.

După ce au fost lipite nervurile pe bordul de scurgere, se dau găurile pentru prinderea balamalelor; apoi se trece la terminarea eleronului, prinzându-se calele, colțarele de placaj,



pârghiile de comandă, etc. Tot acest ansamblu se mai controlează odată, eventual se ajustează micile diferențe față de profilul aripei. La planoarele obișnuite, bordul de atac al eleronului este format chiar de longeronul eleronului (fig. 156 ,*a*).

Fig. 153. Bord de scurgere cu secțiune în „T"; *a* — în stare brută la montare; *b* — rotunjit la finisaj.

La planoarele de performanță, pentru a îmbunătăți calitățile aerodinamice, eleronul se face cu un bord de atac che-

Fig. 154. Bord de scurgere ascuțit.

Fig. 155. Poziția fibrelor la placajul bordului de scurgere (vezi săgeata).

sonat, dintr'un placaj de 1 mm, care se potrivește exact în prelungirea extradosului aripei (fig. 156,*b*).

Extremitatea aripelor este deobicei o prelungire rotunjită a bordului de atac. Ea este făcută dintr'o piesă lamelată, care se fixează prin cale de umplutură și platuială, între bordul de atac și longeroanele aripei (fig. 157).

3. **Contraplacarea.** După ce au fost lipite la locul lor baghetele de umplutură și calele, se trece la ajustarea formei exterioare a părților care vor fi contraplacate. Una dintre cele mai importante operații este contraplacarea bordului de atac, care formează chesonul rezistent la torsiune al aripei. La această operație este necesar în primul rând ca aripa să fie bine fixată de gabarit, deci să nu permită o eventuală deformație în timpul contraplacării. In al doilea rând, se cere ca toate nervurile

să fie perfect aliniate, iar bordul de atac să fie ajustat exact şi uniform pe toată lungimea aripei. Fixarea aripei pe gabarit (în special a longeronului principal) se asigură prin şuruburi sau dispozitive de strâns, plasate astfel, încât să nu stinghe-

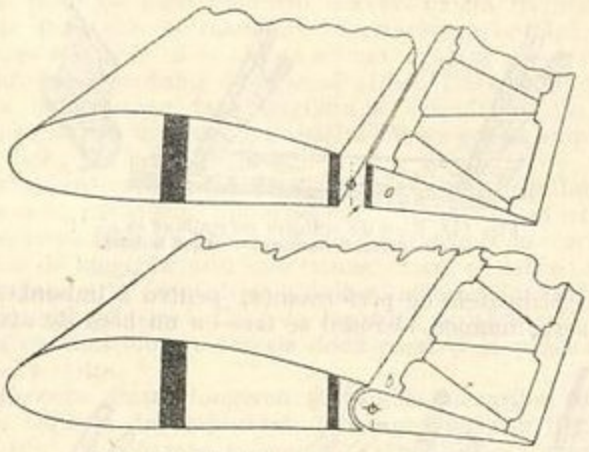


Fig. 156. Profilul aripei şi al eleronului.

rească lucrul în timpul contraplacării. Alinierea formei exterioare a nervurilor se controlează porţiune cu porţiune, cu ajutorul unei rigle dreptar, cu lungimea de 1,5—2 m, de preferinţă metalică. In cazul plusurilor corectarea diferenţelor găsite se face prin şlefuire, iar în cazul diferenţelor în minus prin complectare (lipirea unei baghete subţiri peste nervuri). Ajustarea nervurilor la bordul de atac se face folosindu-se un linial drept, îmbrăcat pe talpă cu hârtie sticlată dură (fig. 158).

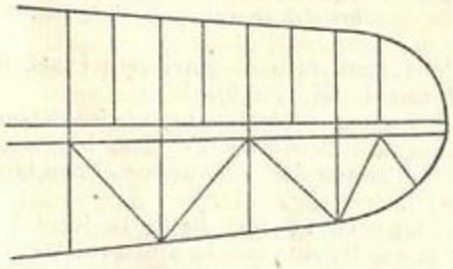


Fig. 157. Extremitatea curbă a aripei (linia întărită).

Acest lineal va fi lung de circa 1 m (sau mai mult). Această lungime este necesară pentru ca la şlefuire să cuprindă simultan



spaţiul pentru cel puţin trei nervuri. Modul de executare a şlefuirii este reprezentat în fig. 159. Inainte de încleire se va curăţi bine praful de lemn şi de sticlă rămas în urma ajustării.

Dacă aripa are formă trapezoidală sau eliptică, atât controlul cu linialul, cât şi ajustarea se fac oblic faţă de poziţia longeronului principal.

Bagheta bordului de atac se rotunjeşte şi ea, pentru ca să nu apară mai târziu ca o linie imprimată pe placaj. Baghetele de umplutură şi plusul de înălţime al calelor se curăţă prin rindeluire la acelaşi nivel cu nervurile.

Tot interiorul bordului de atac care urmează să fie contraplacat, (nervuri şi longeron) se lăcueşte peste tot, afară de porţiunile care vor fi unse cu clei.

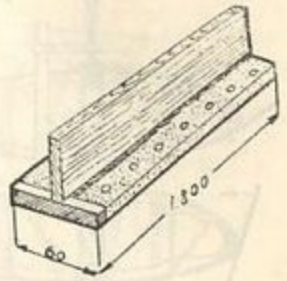


Fig. 158. Linial pentru şlefuit.

Placajul care se va trage pe bordul de atac are grosimea prevăzută pentru fiecare porţiune de aripă, în parte, astfel încât să asigure rezistenţă necesară şi să permită curbarea lui pe forma profilului nervurilor. De exemplu la planorul de antrenament $R_{yt}$ în dreptul încastrării aripei este prevăzut placaj gros de 2,5 mm pe o lungime de 90 cm. Urmează placaj de 2 mm pe o lungime de 240 mm, apoi de 1,5 mm pe o lungime de 210 mm şi, în fine, placaj de 1 mm până la extremitatea aripei. (In această porţiune, forma îngustă a profilului nu permite îndoirea unui placaj mai gros). Indicaţiile de grosime şi de lungime ale placajelor sunt date în desenul planului general al aripei.

Fig. 159. Ajustarea formei exterioare a nervurilor pe aripă.

Foile de placaj vor fi tăiate în lăţime atât cât este necesar ca să înconjure bordul de atac incluziv grosimea longeronului, cu un plus de 2—5 cm în fiecare parte. Croirea se

face astfel încât fibrele placajului să fie dispuse paralel, sau la 45° față de longeronul principal, poziția lor fiind totdeauna indicată în desenul de construcție. Ea se va respecta întocmai din motive de rezistență. Lungimea fiecărei foi se croiește astfel încât să se suprapună la platuială peste foaia cealaltă, în dreptul unei nervuri.

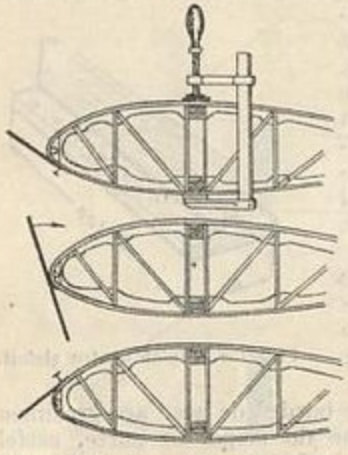


Fig. 160. Aplicarea placajului pentru trasajul spațiilor ce vor fi lăcuite.

Pe fiecare foaie de placaj croită se trasează cu creionul locul unde se va da clei (în dreptul nervurilor și longeronului). Operația de trasare se începe cu multă atenție, plecând dela încastrarea aripei spre capăt, în felul următor. Se prinde foaia de placaj pe longeron în șuruburi de strâns și se înseamnă conturul intradosului la fiecare nervură ; apoi se fixează cu două cuie pe bordul de atac, desfăcând șuruburile și culcând-o pe extrados pentru a se putea efectua restul trasării (fig. 160).

Această operație este cu atât mai ușoară, cu cât placajul este mai subțire. La placajele groase, înainte de trasare, foile se umezesc și se îndoaie în șabloane care au forma nervurilor respective. Uscarea placajelor umezite pentru curbare se poate face în aer liber, timp de 24 de ore, sau cu ajutorul unei lămpi cu benzină (cu atenție pentru ca să nu se ardă lemnul). In orice caz, *la încleire, placajul trebue să fie complect uscat*, deoarece altfel se va contrage și va da deformații care pot să strice complect forma aerodinamică a bordului de atac.

Plătuirea placajelor se face plecând dela încastrare spre extremitatea aripei, astfel încât totdeauna partea din spre vârful aripei să fie dedesubt. In fig. 161 este reprezentat un placaj cu trasajul complect pentru plătuială și încleire. Lățimea plătuirii va fi de 12—15 ori grosimea placajului.

După ce placajele sunt trasate, se înăspresc locurile de încleire cu hârtie sticlată, se curăță bine de praf și se face lăcuirea, cu spirtlac sau cu nitrolac, păstrând peste tot o distanță de circa 5—10 mm în jurul trasajelor (fig. 162).

Strângerea placajului pe nervuri se face în modul cel mai simplu cu ajutorul cuielor prinse în baghete (sau cu fâșii de



placaj) care se bat în dreptul fiecărei nervuri, presând astfel încleirea. Marele desavantaj al acestui sistem este că slăbește atât placajul, cât și nervurile din cauza găurilor făcute de cuie.

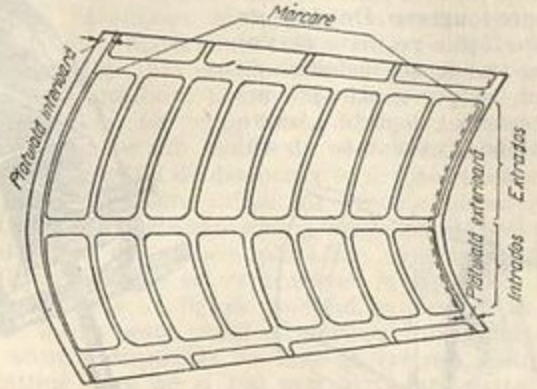



Fig. 161. Placaj trasat și plătuit.

Totuși el este folosit mult, fiind ușor de aplicat la producția unui singur aparat și în special la reparații.

Procedeul este următorul : după ce s'a dat clei pe toate locurile, se pune placajul în dreptul reperelor făcute dinainte.

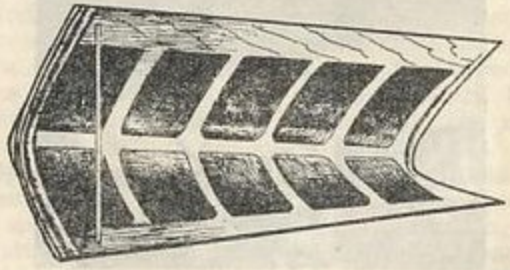


Fig. 162. Placaj lăcuit interior.

Fixarea se face întâi pe intrados, bătându-se cuiele pe fiecare nervură, mergând dela longeron spre bordul de atac. Operația se începe dela mijloc spre cele două margini ale placajului (fig. 163). Când s'a ajuns aproape de bordul de atac, se prinde

capătul liber al placajului de pe extrados, în două şuruburi de strâns, şi, folosind longeronul ca reazim, se trage cu grijă, conturând profilul. Apoi se bat fâşiile cu ţinte, dela bordul de atac spre longeron. După ce au fost bătute fâşiile pe toate nervurile şi s'a presat şi încleirea cu longeronul, se pune placajul următor şi aşa mai departe. Aceste operaţii trebue executate destul

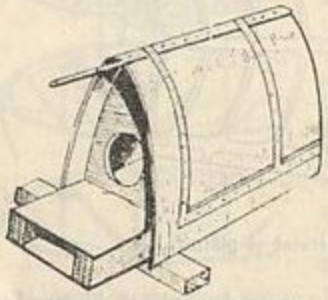


Fig. 163. Presarea placajului pe nervuri prin baghete cu ţinte.

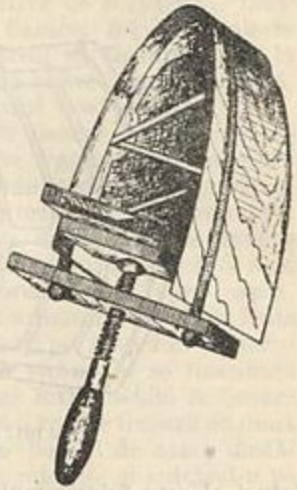


Fig. 164. Presarea placajului pe nervuri prin dispozitiv cu bandă de oţel.

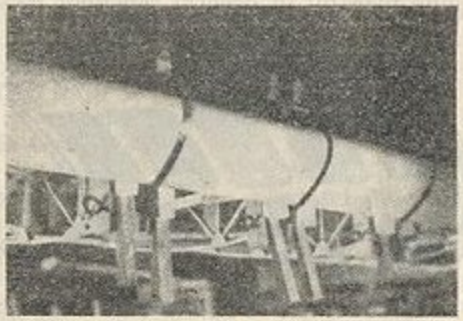


Fig. 165. Presarea placajului prin banda de oţel şi pene de lemn.

de repede, deoarece cleiul se întăreşte şi nu mai face priză bună

Uscarea durează circa 12 ore; după acest timp se scot cuiele şi fâşiile respective, iar placajul se şlefuieşte în



lungul fibrelor cu hârtie sticlată, întâi mai dură, apoi mai fină.

Un alt sistem de strângere a placajului pe bordul de atac este realizat cu ajutorul unor dispozitive speciale care au avantajul că măresc mult productivitatea muncii şi nu slăbesc rezistenţa materialului. Dispozitivul de strângere cu bandă de oţel (fig. 164) este indicat în special la bordurile de atac cu forma profilului biconvexă. Dacă profilul are concavitate pe intrados, se poate totuşi obţine o presare corectă, punându-se baghete sub banda de oţel. Pentru contraplacare trebue aşezat un astfel de dispozitiv în dreptul fiecărei nervuri. In cazul când structura aripei nu permite plasarea dispozitivului cu şurub se poate face strângerea benzii de oţel prin pene (icuri) introduse de ambele părţi ale suportului (fig. 165). Un alt dispozitiv este cel reprezentat în fig. 166.

Cum se vede în figură placajul se fixează în fălcile *a* şi *b* şi este întins peste profil cu ajutorul şurubului *c*. Pentru folosirea acestui dispozitiv se lasă la croirea placajului, un plus de lăţime între 50 şi 100 mm în fiecare parte, atât cât intră în fălcile dispozitivului (fig. 167).

Presarea placajului în dreptul longeronului se face cu ajutorul şuruburilor normale de strâns.

Inainte de a folosi un sistem de strângere, în special pentru producţia în serie, se recomandă să se facă o probă, prin care să se controleze calitatea încleirii, deci a presării. In acest scop se face o porţiune de aripă provizorie de circa 1 m lungime şi în loc de longeron se foloseşte o simplă scândură cu trei, patru nervuri lipite pe ea. Pe această porţiune se face presarea placajului cu dispozitivul ales. După uscare, placajul se smulge de pe nervuri, şi se poate verifica exact eficacitatea strângerii în dreptul fiecărei încleiri. Presarea şi deci încleirea se consideră bune, dacă, odată cu ruperea placajului se rup şi porţiuni de lemn de pe nervuri.

4. **Operaţii de terminare.** Aripa contraplacată se scoate de pe gabarit şi apoi se încep operaţiile de terminare. Plusurile de placaj se curăţă şi se ajustează la nivel cu longeronul. La tipuri de aripă, cu nervurile încleite fracţionar, coada nervurii se leagă de longeron prin colţare de placaj (fig. 168).

Cu toate că placajul bordului de atac ar putea fi lăsat mai lung peste longeron şi decupat în formă de colţare pentru lipirea cozii nervurii, acest lucru trebue evitat, deoarece fibrele contraplacajului la bordul de atac sunt deobicei paralele cu longeronul. Dat fiind că legătura cozii nervurii cu longeronul este solicitată la tracţiune, pentru a avea o rezistenţă mai

bună fibrele colţarelor trebue să fie neapărat perpendiculare pe longeron şi deci se vor confecţiona separat.

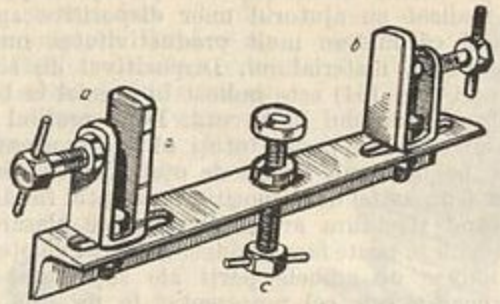



Fig. 166. Dispozitiv metalic cu fălci pentru întins placajul peste bordurile de atac:
a şi b — fălci de prins placajul; c — şurub de strâns.

In locurile unde sunt feruri care ies înafara structurii aripei (cazul ferurii de fixare a montanţilor) se încleiază o dublură de placaj pentru întărire (fig. 169).

In toate locurile unde sunt scripeţi sau organe mobile interioare, cum şi piese metalice reglabile, se montează portiţe de control (fig. 170).

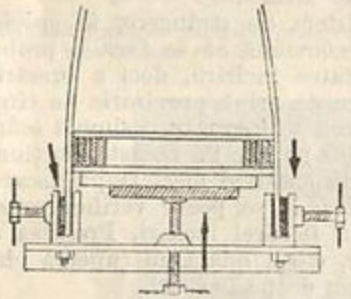


Fig. 167. Strângerea placajului prin dispozitiv cu fălci.

Fig. 168. Poziţia fibrelor la colţare.

Acestea sunt plasate pe intrados, iar în jurul găurii se încleiază o dublură de placaj (fig. 170), care are rolul de a permite fixarea balamalelor şi a zăvorului şi, în acelaşi timp transmit mai departe eforturile care trec prin placajul respectiv. La planoarele de antrenament şi de performanţă portiţele de control se fac din aluminiu sau duralumin, iar pentru



cele de şcoală se confecţionează din placaj. La portiţele mecanice sistemul de închidere este compus dintr'un zăvor cu arc (fig.

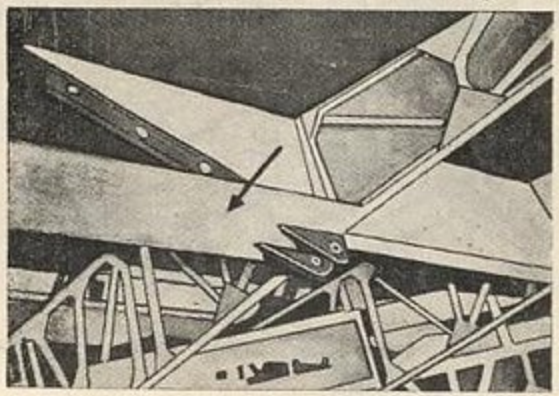


Fig. 169. Dublura de placaj la ferura montantului (vezi săgeata).

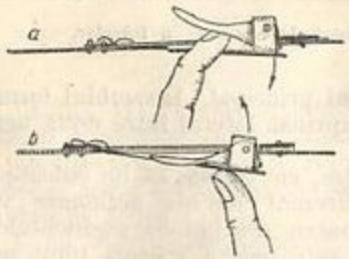



Fig. 170. Portiţe de control:
a — deschidere; b — închidere.

170 *a* şi *b*), iar la cele din placaj, este o simplă baghetă cu 10 mm mai lungă decât diametrul găurii.

Eleronul se termină separat, montându-se apoi în balamale, se ajustează exact la forma profilului de aripă, prin corectarea eventualelor devieri ale bordului de scurgere.

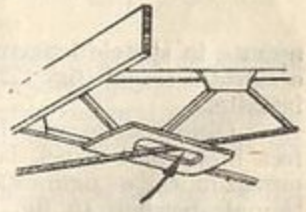


Fig. 171. Locul de ieşire a cablurilor de comenzi (vezi săgeata).

In interiorul aripei se montează cablurile şi tijele organelor de comandă şi se verifică dacă nu freacă undeva placajul

sau baghetele diferitelor piese pe lângă care trece. Locul unde cablul de comandă iese din aripă pentru a se fixa la pârghia eleronului, se întăreşte prin un placaj prevăzut cu o tăietură potrivită la lungimea necesară mişcării libere a cablului (fig. 171).

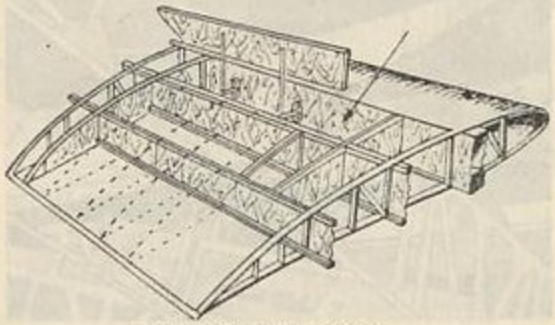


Fig. 172. Caseta frânei.

5. **Frâne şi voleţi.** Planoarele de antrenament şi de performanţă sunt echipate cu frâne aerodinamice (de picaj). Fixarea lor se face deobicei între două longeroane auxiliare,

Fig. 173. Schema sistemului de comandă a frânelor.

aşezate în spatele longeronului principal. Ansamblul formează o *casetă* a frânei (fig. 172) cuprinsă lateral între două nervuri întărite.

Când frânele sunt închise, ele trebue să fie culcate perfect în profilul aripei, iar sistemul lor de acţionare va fi prevăzut cu o siguranţă contra deschiderii accidentale în timpul sborului. In fig. 173 este redată schema unui sistem mecanic de comandă a frânelor. Inainte de contraplacarea casetei (cutiei) frânei, se încearcă dacă înălţimea clapelor închise este corespunzătoare şi se face asigurarea definitivă a ferurilor din interiorul casetei.



*Construcţia voleţilor* (unul dintre sistemele de hipersustentaţie) diferă dela un tip de planor la altul. In general, dispunerea lor este astfel, încât să se integreze perfect în profilul aripei, iar structura lor este asemănătoare cu cea a eleroanelor (fig. 174).

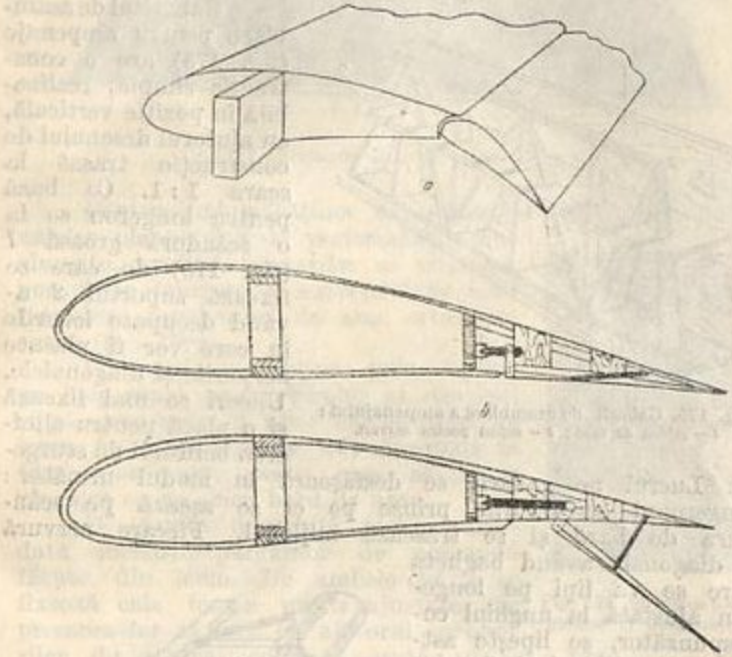



Fig. 174. Volet de curbură şi volet de intrados.

In fig. 174, *a* este redată aşezarea *voleţilor de curbură* (având o construcţie asemănătoare cu eleroanele).

In fig. 174 *b* şi *c* este reprezentat sistemul *voletului de intrados* — care, alunecând înapoi, măreşte atât curbura, cât şi suprafaţa aripei.

Când aripele sunt complect terminate, se face un montaj de probă, fixându-l la fuzelaj. Apoi se controlează joncţiunile părţilor metalice, poziţia aripelor faţă de fuzelaj şi se încearcă funcţionarea organelor de comandă. Dacă totul corespunde, aripele pot fi împânzite.

### *b*) Montarea ampenajelor

Structura ampenajelor se aseamănă cu cea a aripelor. Ele sunt construite din longeroane și nervuri, și au bord de atac și de scurgere. Forma lor diferă dela un tip de planor la altul.

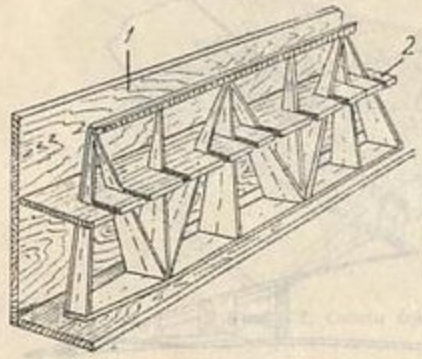



Fig. 175. Gabarit de asamblare a ampenajului: *1* – șablon de bază; *2* – suport pentru nervuri.

Gabaritul de asamblare pentru ampenaje (fig. 175) are o construcție simplă, realizabilă în poziție verticală, cu ajutorul desenului de construcție trasat la scara 1 : 1. Ca bază pentru longeron se ia o scândură groasă *1* (fig. 175) de care se fixează suportul *2* având decupate locurile în care vor fi plasate nervurile și diagonalele. Uneori se mai fixează și o placă pentru alinierea bordului de scurgere. Lucrul pe gabarit se desfășoară în modul următor: longeronul cu ferurile prinse pe el se așează pe scândura de bază și se trasează mijlocul. Fiecare nervură și diagonală având bagheta care se va lipi pe longeron ajustată la unghiul corespunzător, se lipește astfel încât mijlocul ei să coincidă cu mijlocul longeronului. Apoi se fixează bordul de scurgere și eventual (în cazul stabilizatorului), calele interioare.

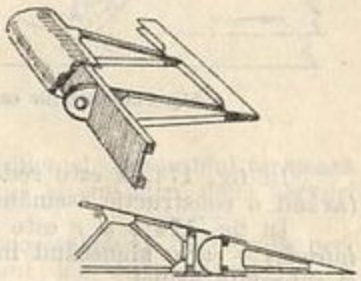


Fig. 176. Ampenaj cu bord de atac chesonat.

După uscare, se scoate din gabarit, se curăță, se trece la lipirea colțarelor pe partea opusă.

La planoarele de școală, ampenajele sunt simple, cu forme unghiulare, și au peste tot același profil. Bordul lor de atac este chiar longeronul, care, în majoritatea cazurilor, se construește din scândură plină. In fig. 177 este reprezentat profundorul unui planor de școală.

Fig. 177. Profundorul unui planor de școală.

Pentru îmbunătățirea calităților aerodinamice, ampenajelor planoarelor de performanță sunt alungite, profilul nervurilor se schimbă, bordul de scurgere și extremitățile sunt rotunjite, iar bordul de atac este chesonat (fig. 176).

Fig. 178. Incleirea pârghiilor la ampenaje.

Chesonul se obține prin lipirea pe longeronul profundorului al direcției și al eleroanelor a unor căluși ușori de lemn de plop sau de tei, decupați la forma necesară, peste care se trage placajul ca pe orice bord de atac.

O atenție deosebită trebue acordată încleirii pârghiilor de comandă făcute din lemn. De ambele părți se fixează cale foarte precis ajustate, iar presarea lor se face cu ajutorul șuruburilor de strâns, cum se arată în fig. 178.

### *c*) Construcția și montarea fuzelajului

1. **Fuzelajul planorului de școală.** Planorul de școală nu are fuzelaj propriu zis, fiind făcut în formă de schelete din bare de lemn pe care se prind aripele și ampenajul. In acest caz, partea din față se numește *turn de ancorare* (fig. 179), iar partea din spate, *grilaj* (180).

Construcția turnului de ancorare cuprinde două părți. Partea inferioară, de care se fixează: patina, organele de comandă, mansa, palonierul și scaunul pilotului. Această parte se numește în practică *cheson*. Partea superioară, care ancorează aripele, formează *turnul* propriu zis. La unele tipuri

chesonul este compus, din câteva mici panouri prinse în trei longeroane (fig. 179). La alte tipuri, chesonul este făcut ca un

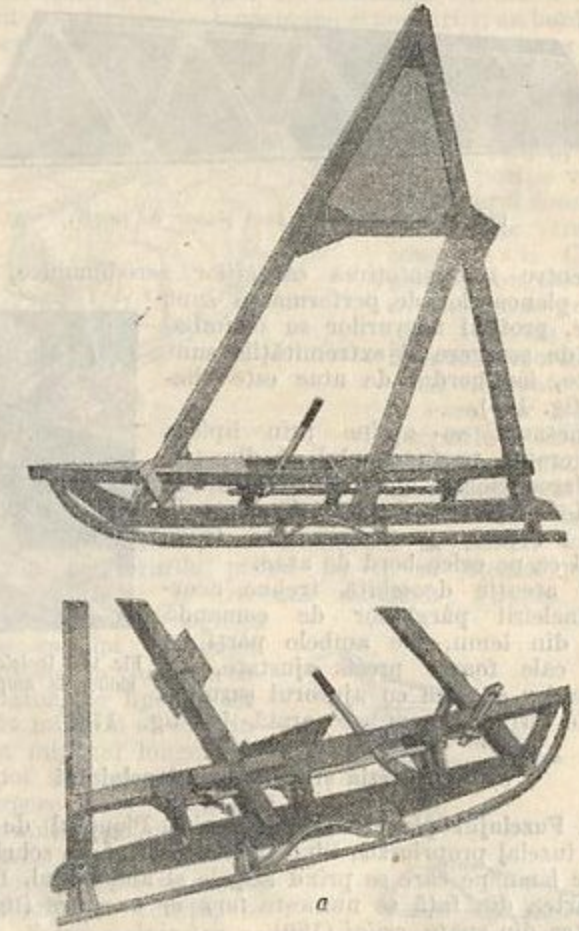



Fig. 179. „Turn" de planor de școală (faza I-a):
a — detaliu cu aterisorul.

longeron de aripă, cu tălpi lamelate, și contraplacat pe ambele părți (fig. 181). Turnul este construit din trei sau din patru



bare de lemn fixate prin cale sau colțare, asamblarea lui făcându-se în șabloane cum este cel reprezentat în fig. 182, *a*. Turnul se fixează de cheson prin încleire și cu șuruburi mecanice. Grilajul care formează suportul ampenajelor, se construește deasemenea în șablon separat (fig. 182, *b*) iar la montaj se atașează de turn prin două feruri de legătură, prinse în șuruburi mecanice (cu posibilități ușoare de demontare.) Deoarece aceste construcții sunt folosite la învățarea pilotajului, deci pot fi solicitate puternic — în special la aterisare, construcția lor trebue să fie cât

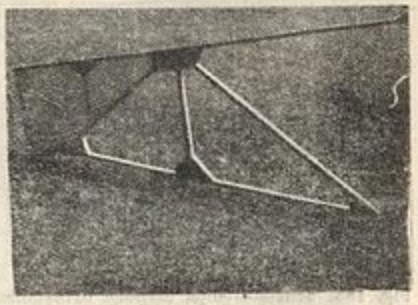


Fig. 180. Grilaj de planor de școală (faza I-a).

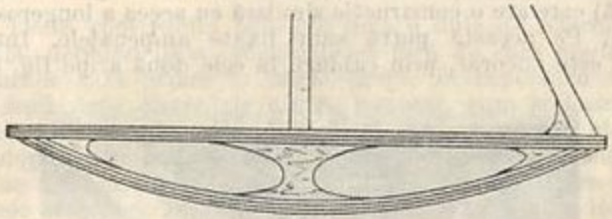


Fig. 181. Cheson lamelat.

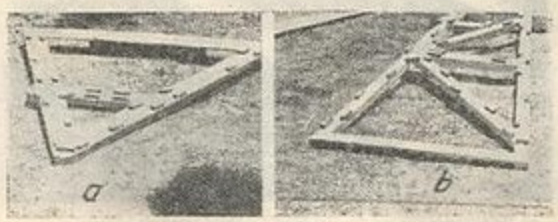



Fig. 182. Șabloane de fabricație pentru fuzelajul planorului de faza I.

mai robustă. Materialul va fi bine ales, iar încleirile vor fi executate peste tot cât se poate de atent, după indicațiile

tehnice de mai sus. In general, construcția planoarelor de școală are în vedere posibilități cât mai ușoare de reparație sau de înlocuire a pieselor deteriorate sau uzate. Pentru a obține calități mai bune de sbor se poate adăuga, în partea din față a turnului, o carlingă detașabilă (fig. 183).

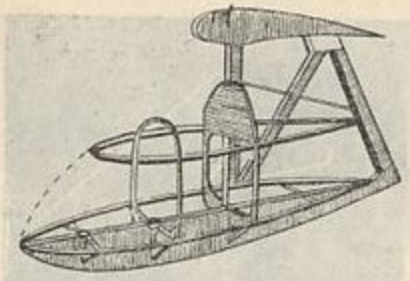


Fig. 183. Scheletul unei carlinge detașabile.

Structura ei cuprinde patru sau șase longeroane, care se prind în jurul unor panouri simple, făcute din baghete. Peste acest schelet se așează placaj la bot și sub burtă, iar lateral, pânză emaitată (uneori chiar placaj). Fixarea acestei carlinge în turnul de ancorare se face cu câteva feruri foarte simple.

O construcție mai aerodinamică au tipurile de planoare semifuzelate. In față este o carlingă de care se prinde o *putră* (grindă) care are o construcție similară cu aceea a longeroanelor cheson. Pe această putră sunt fixate ampenajele. Intregul sistem este ancorat, prin cabluri, la cele două aripe fig. (184).

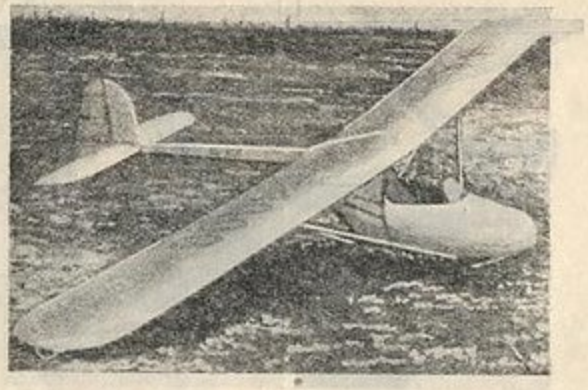


Fig. 184. Planor semifuzelat.

2. **Fuzelajul planoarelor de antrenament și performanță.** La aproape toate planoarele perfecționate de antrenament și de performanță, fuzelajul este construit din panouri contra-



placate, formând un cheson tubular numit *coca*. Asamblarea pieselor componente ale fuzelajului se realizează pe un gabarit a cărui amenajare este determinată de forma și de dispunerea panourilor și a longeroanelor care compun scheletul fuzelajului. Cotele necesare sunt indicate în desenul de construcție, numit plan de forme al fuzelajului (fig. 185).

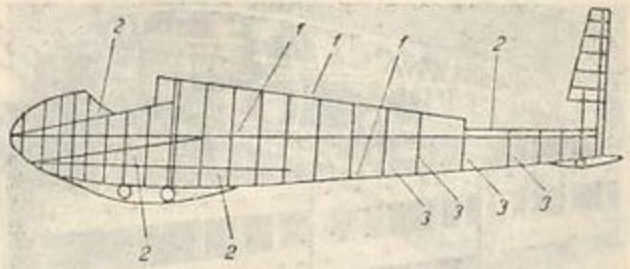



Fig. 185. Planul de forme al fuzelajului:
1 – longeroane principale; 2 – longeroane auxiliare; 3 – panouri.

Toată construcția pornește dela o linie de referință orizontală, deobicei linia longeroanelor față de care majoritatea panourilor sunt prinse în unghi drept. In raport cu această linie sunt date distanțele dintre panouri, cum și locurile de prindere a longeroanelor. Principiul de construcție al gabaritului pornește dela un *cadru* făcut din scânduri groase, pe care se fixează o serie de rame de lemn, având între ele distanțele necesare așezării panourilor, iar înălțimea lor fiind cea cerută de poziția longeroanelor (fig. 186).

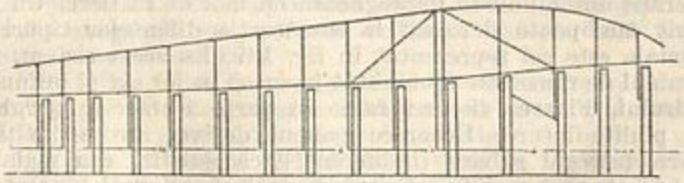


Fig. 186. Principiul gabaritului pentru fuzelaj.

Inainte de construirea gabaritului, se va ține seamă de modul în care se va face montarea fuzelajului, adică cu longeronul burții (chila) în sus sau în jos. Alegerea poziției

rămâne să fie apreciată dela un tip de planor la altul, în funcţie de structura lui interioară. Cele mai multe se pretează cel mai bine la montarea cu „chila" în sus, pentru următoarele considerente: ferurile de joncţiune se pot fixa uşor şi precis, partea solicitată este mai vizibilă, deci mai uşor de controlat în timpul

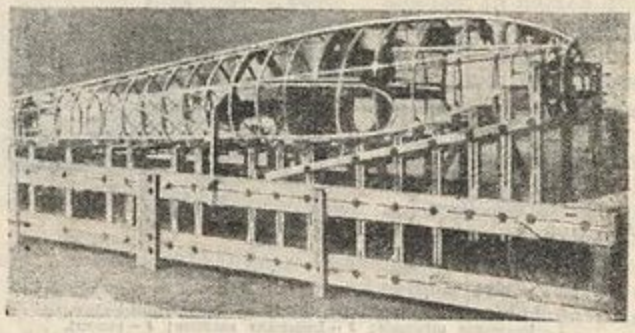


Fig. 187. Gabarit reglabil.

procesului tehnologic, iar majoritatea organelor principale de manevră sunt dispuse mai la îndemână pentru montare, control şi asigurare.

Ramele gabaritului se controlează cu nivela şi se aşează perfect în unghi drept. Apoi se trasează mijlocul lor cu ajutorul unei sârme subţiri bine întinse între extremităţile gabaritului. Fixarea între rame şi cadru se obţine prin încleire şi strângere în şuruburi pentru lemn. După terminarea acestei operaţii ansamblul se impregnează cu ulei de in fiert. Un gabarit care poate fi folosit la construcţia diferitelor tipuri de fuzelaje este cel reprezentat în fig. 187. La acest sistem, ansamblul de rame este mobil atât în sus şi în jos cât şi în lungul cadrului. Fixarea fiecărei rame în parte se face în şuruburi cu piuliţe-fluture. Deoarece panoul derivei are o înălţime mare, întregul gabarit (indiferent dacă este fix sau reglabil) trebue să aibă ramele suficient de înalte, sau, mai bine să fie aşezat deasupra unei adânciturі în podea.

3. **Montarea pe gabarit.** Montarea fuzelajului porneşte dela aşezarea panourilor. Inainte de a fi aşezate pe gabarit, se marchează mijlocul panoului şi se fac tăieturile în locurile de prindere a longeroanelor. Deasemenea, se montează şi unele feruri. Prinderea panourilor şi a longeroanelor în dreptul



ramelor respective se poate realiza cu şuruburi de strâns, sau cu clame de lemn, de felul celor reprezentate în fig. 188.

Poziţia fiecărui panou în parte se controlează cu ajutorul nivelei cu bulă, apoi se împing longeroanele în tăieturile respective şi se încleiază (fig. 189).

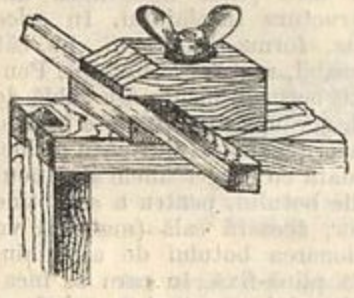


Fig. 188. Clame de fixare.

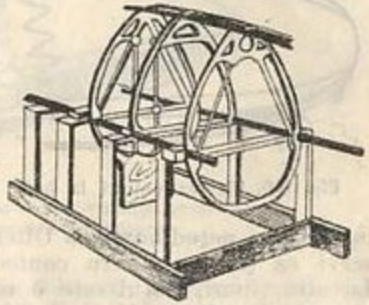


Fig. 189. Asamblarea fuzelajului pe gabarit.

La botul planorului se plătuesc părţile curbate (făcute din lamele), se încleiază calele prevăzute şi dublurile, apoi ansamblul se ajustează la forma necesară. La ajustarea fuzelajelor rotunde sau ovoidale, pentru a reda o linie de trecere continuă dela un panou la altul, se folosesc baghete subţiri şi lungi, care se prin provizoriu pe panouri, vizându-se linia în lungul lor.

Dacă interiorul fuzelajului (în dreptul carlingei) este contraplacat, se face întâi ajustarea părţii interioare şi se contraplachează. Contraplacarea exterioară a fuzelajului de formă hexagonală sau pătrată, se face întâi pe două părţi, pentru a nu se deforma.

Plătuirea foilor de placaj trebue făcută în dreptul panourilor, iar presarea încleirilor se realizează cu şuruburi de strâns sau, în multe cazuri, prin baghete cu ţinte.

Pentru fuzelajele rotunde sau ovoidale, contraplacarea se face în fâşii lungi, plătuite între ele. Cu cât fuzelajul este mai curb, cu atât şi fâşiile de placaj vor fi mai înguste. Pentru plătuire se foloseşte ca suport un sistem de căluşi falsi, fixaţi între panouri. Fibrele placajului se dispun paralel cu axa fuzelajului; se face excepţie dela această regulă în cazul contraplacării dintre panourile care prezintă o curbură dublă sau prea accentuată, şi aceasta numai pentru a evita deformaţiile.

După ce părţile laterale şi burta au fost contraplacate, fuzelajul se scoate de pe gabarit, se pune pe capre, iar când s'au terminat amenajările interioare, se contraplachează restul.

**4. Operaţii de terminare şi amenajări.** La unele tipuri de planor botul este o piesă complect separată, iar la altele, el face parte integrantă din structura fuzelajului. In orice caz, forma lui va fi, pe cât posibil, mai aerodinamică. Pentru boturile făcute din tablă de aluminiu, se construeşte întâi o matriţă care se ajustează pe loc, odată cu longeroanele şi panourile botului, pentru a se obţine racordarea aerodinamică. Ulterior, această cală (matriţă) va servi ca şablon pentru confecţionarea botului de aluminiu. La alte tipuri, botul este o cală plină-fixă, în care se încastrează şi se lipesc longeroanele botului, eventual se prinde şi declanşatorul, iar toată porţiunea se contraplachează (de exemplu tipul RG1).

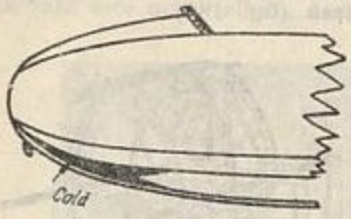


Fig. 190. Fixarea patinei la bot.

Atât timp cât fuzelajul nu este închis complect, se face montarea comenzilor, controlându-se dacă au spaţiul necesar mişcării în toate părţile, şi dacă nu cumva cablurile sau ţevile freacă în unele locuri. Pe măsură ce înaintează contraplacarea, interiorul fuzelajului se curăţă de praf şi de resturi de rumeguş (cu aspiratorul de praf), apoi totul se lăcuşete (interiorul).

Aterisorul este compus în faţă, dintr'o patină (uneori şi o roată de cauciuc), iar la spate, fuzelajul este prevăzut cu o bechie.

Patina se construeşte din lemn de frasin fiert şi curbat, fixându-se prin feruri şi amortisoare, sub chila fuzelajului. Uneori patina este lipită sub bot, prin intercalarea unei cale tăiate în formă de coadă de rândunică (fig. 190).

Talpa patinei este adesea dublată de o patină scurtă, care poate fi schimbată uşor când se toceşte.

Amortisarea aterisorului este asigurată prin sisteme la care se folosesc cauciucuri sau arcuri de oţel. La planorul de performanţă pe considerente aerodinamice, amortisarea este asigurată prin mingi de tenis intercalate între patină şi chilă, ansamblul fiind acoperit cu o tapiţerie de pânză sau de piele (fig. 191). Foarte des se foloseşte amortisorul făcut dintr'un cilindru de cauciuc găurit la mijloc şi fixat de chilă



şi patină, prin feruri articulate (fig. 192). Arcurile de oţel, deoarece au nevoie de feruri speciale de ghidaj şi de fixare (cilindri sau glisiere), fiind deasemenea grele, se întrebuinţează mai mult la planoare de şcoală.

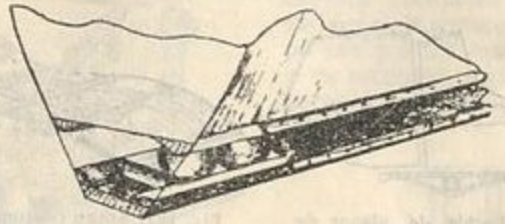


Fig. 191. Patina unui planor de performanţă (secţiune) cu mingi de tenis pentru amortisare.

La planoarele mai grele se foloseşte sistemul de aterisor cu roată. Construcţia lui poate fi fixă şi, în acest caz, roata de cauciuc se aşează în spatele patinei, fiind prevăzută cu o frână, a cărei comandă se cuplează deobicei la pârghia frânelor aerodinamice. Un alt sistem este acela a trenului de aterisare largabil, (poate fi asvârlit după decolare) aterisarea făcându-se direct pe patină. Prin acest sistem se obţine o îmbunătăţire simţitoare a calităţilor aerodinamice în timpul sborului. El este construit din două roţi de cauciuc, prinse pe un ax care se ataşează la un dispozitiv metalic de largare. Uneori, la construcţii speciale, se foloseşte şi trenul escamotabil, adică una sau două roţi care după decolare se pot ridica în interiorul fuzelajului.

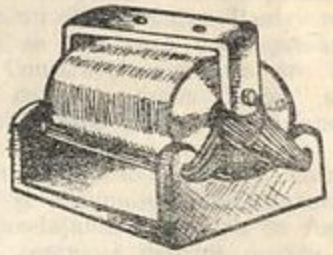


Fig. 192. Amortisor din tub de cauciuc.

Sub coada fuzelajului este bechia fixată pe etambou (porţiunea dintre ultimul panou şi chilă). Ea este construită din lemn sau din metal şi este prevăzută cu un sistem de amortisare. La planoarele de performanţă, bechia şi amortisorul sunt acoperite cu o fâşie de pânză sau de piele, pentru a avea o formă mai aerodinamică (fig. 193).

In interiorul carlingei este plasat scaunul pilotului. Ca principiu general de construcţie, scaunul trebue să fie cât

mai comod, în sensul ca şederea să nu devină obositoare; în acelaşi timp însă, se ia în consideraţie necesitatea de a fi suficient de rezistent la şocurile aterisării. Pentru aceste considerente, se preferă forma de scaun având o curbură la care

Fig. 193. Bechie de planor de performanţă.

Fig. 194. Scaun (secţionat pentru a vedea principiul constructiv).

apăsarea corpului pilotului se repartizează pe o suprafaţă cât mai mare. Forma şi soliditatea este dată deobicei de două longeroane de molid, legate între ele cu traverse şi contraplacate cu ajutorul unui şablon de presare. In fig. 194 este reprezentat un sistem de scaun folosit la planoarele de şcoală şi de antrenament. Pentru planoarele de performanţă şi de acro-

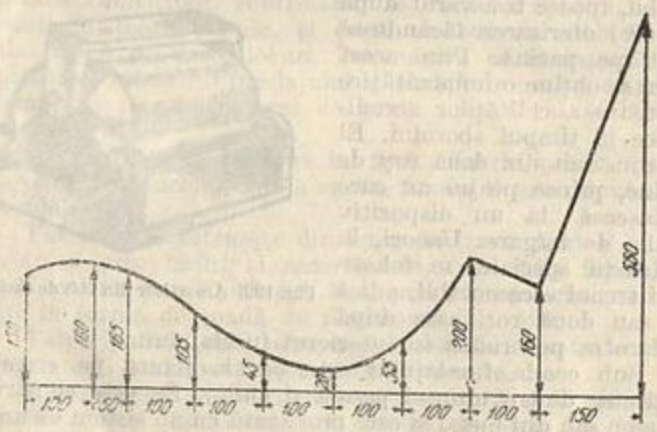



Fig. 195. Cotele unui scaun comod.

baţie o formă studiată de scaun este cea indicată ca profil în fig. 195. La planoarele de şcoală spătarul scaunului are forma dreaptă sau puţin curbată, iar spinarea pilotului se reazimă



direct pe el. In schimb, planorul de performanţă este prevăzut cu un spătar care permite plasarea paraşutei de spate. Uneori, în loc de spătar este o cutie de placaj, la care partea de jos este dreaptă şi are rolul de a suporta greutatea paraşutei iar partea de sus se construeşte pe cât posibil mai degajată şi cu rotunjiri, astfel încât să permită uşor ieşirea paraşutei (fig. 196).

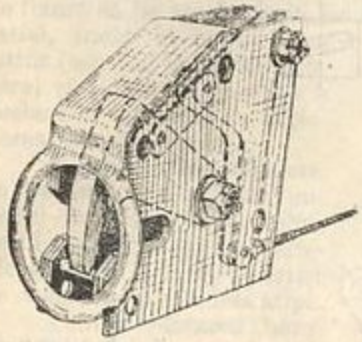


Fig. 196. Spătar de scaun cu cutie paraşută.

Fig. 197. Declanşator de bot.

5. **Dispozitivele de lansare** sunt montate pe fuzelaj. Sub bot se fixează cârligul pentru lansare la sandou înşurubat uneori pe cala patinei, alteori pe un căluş separat. Pentru remorcajul la automosor şi avion se montează declanşatoare mecanice comandate de pilot. Construcţia acestora are la bază principiul unui cârlig mobil care, în poziţia „închis" nu se desface singur, însă se deschide uşor când este acţionat printr'o manetă de către pilot.

In fig. 197 este reprezentat un tip de declanşator. Pentru utilizarea în remorcaj de avion şi automosor, declanşatorul este plasat imediat sub botul fuzelajului, totdeauna în faţa cârligului de lansare la sandou, complect degajat pentru a nu da posibilitatea de agăţare a cablului de remorcaj, în momentul declanşării. In cazul special al remorcajului la automosor, în scopul de a se obţine o pantă mai pronunţată de urcare se poate plasa un declanşator sub burtă, deci mai aproape de verticala centrului de greutate. Acest al doilea declanşator are comanda cuplată cu declanşatorul din bot. Pentru fixarea lui se întăreşte porţiunea respectivă de chilă. O construcţie specială tot numai pentru remorcaj la automosor, este realizată prin două declanşatoare, aşezate lateral pe ambele părţi ale fuzelajului, foarte aproape de centrul de greutate. Acest sistem este cunoscut sub numirea *declanşator bilateral* (fig. 198).

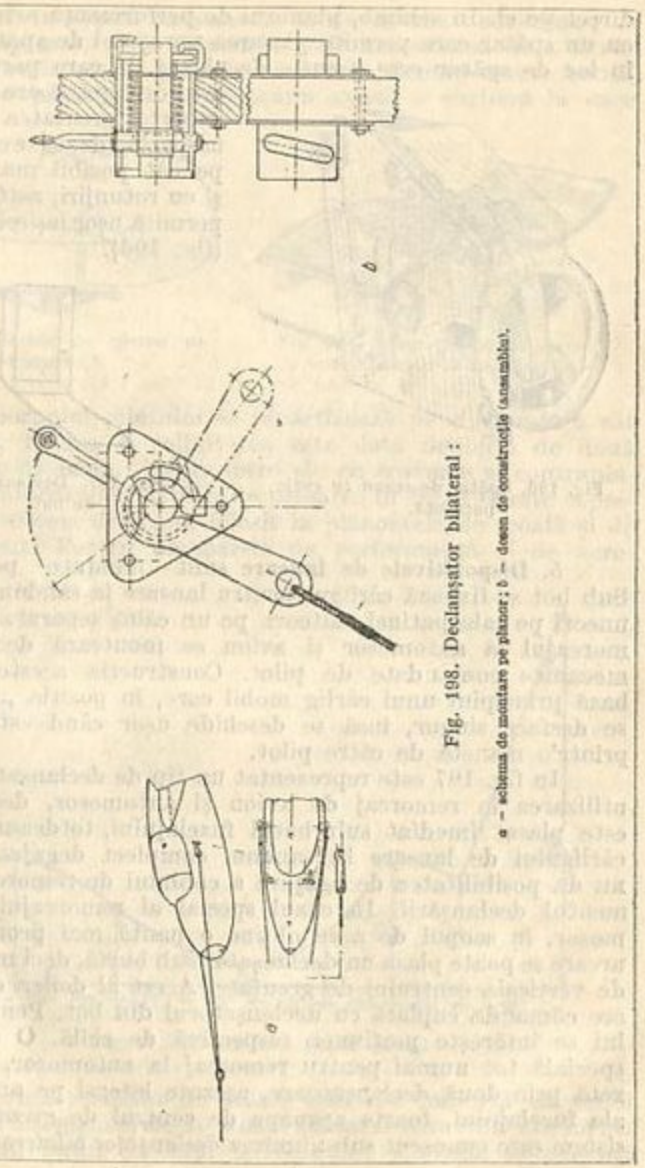


Fig. 198. Declanşator bilateral:
a – schema de montare pe planor; b – desen de construcţie (ansamblu).



Comanda declanşatorului bilateral se cuplează deasemenea cu aceea a declanşatorului din bot, astfel încât toate trei declanşatoare să se deschidă totdeodată. Indiferent de sistemul de declanşator care se foloseşte la planor, trebue ca locul lui de fixare să fie bine întărit, iar cablul de comandă să se regleze astfel, încât să nu fie prea întins (sensibil la prima atingere) şi totuşi să permită o declanşare promptă la acţionarea de către pilot.

**6. Amenajări interioare.** In dreptul locurilor unde sunt feruri interioare care trebue verificate, reglate şi unse periodic, există şi la fuzelaj portiţe de control ca şi cele dela aripe.

Pentru plasarea barografului (aparat care înregistrează înălţimea şi timpul de sbor) se construeşte în fuzelaj o cutie, cu o uşiţă spre exterior, sau se prevede un loc anume în spatele pilotului. Spaţiul necesar acestui aparat are dimensiunile de 200 mm lăţime, 200 mm înălţime şi 300 mm lungime.

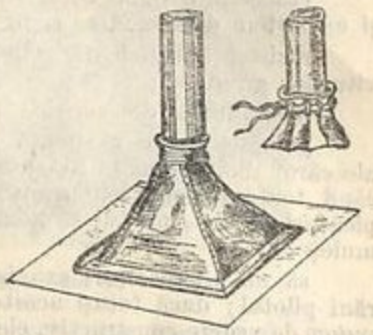


Fig. 199. Husa manşei.

Porţiunile de podea, unde pilotul pune piciorul în carlingă, se construesc dintr'un placaj mai gros, uneori întărit printr'o dublură de tablă de aluminiu. Porţiunea de podea prin care trece manşa are un capac de care este fixat un săculeţ (husă) de piele sau de pânză tare şi densă care se leagă în jurul manşei (fig. 199). Cu acest apărător se înlătură pătrunderea murdăriei spre lagărul şi articulaţiile manşei.

**7. Capote.** Deschizătura prin care intră pilotul în carlingă este acoperită de o capotă demontabilă care complectează forma aerodinamică a fuzelajului. Pentru a feri pilotul de curentul de aer, se montează pe capotă un *parbriz* (apărător de curent) făcut din celuloid sau din plexiglas (fig. 66). Pentru a îmbunătăţi mai mult calităţile aerodinamice, la planoarele de performanţă toată carlinga este acoperită de o capotă închisă, de plexiglas, celuloid sau celon. Forma capotei închise se obţine, fie chiar din linia fuzelajului, fie printr'o racordare cât mai bună din punct de vedere aerodinamic. Condiţiile tehnice care se cer unei capote închise sunt următoarele:

Vizibilitate bună, în faţă, lateral şi oblic în spate, fără deformaţii optice (refracţie);

să nu aibă sgârieturi sau locuri opace:

privirea pilotului să fie cât mai puțin stânjenită prin rame, diagonale, piese de legătură;

rezistență suficientă, pentru a nu se deforma sau desface în timpul întrebuințării;

etanșeitate bună contra ploii și curentului de aer, cum și un sistem de închidere sigur (fără a se deschide dela sine);

rezistența suficientă a învelișului transparent contra loviturilor grindinei;

posibilitate de aerisire reglabilă (capac de aerisire);

gemulețe care să poată fi manevrate ușor de pilot și ale căror dimensiuni să fie suficient de mari pentru ca, atunci când toată capota este acoperită de ghiață (givraj) sau de picături de apă, pilotul să aibă vizibilitate suficientă prin gemulețe;

să nu aibă colțuri sau ieșituri interioare care ar putea răni pilotul; dacă totuși aceste defecte sunt inevitabile din punct de vedere constructiv, ele se vor acoperi prin capitonaje;

posibilitate simplă, sigură și imediată de aruncare sau de deschidere completă a capotei, în caz de pericol;

capotele se construesc din lemn, din țeavă de oțel sau din profilate subțiri de metale ușoare.

La fabricarea capotelor cel mai des se utilizează țeava de oțel cu diametrul 10 × 1 mm sau 12 × 1 mm pentru cadrul de bază; 10 × 0,5 mm sau 12 × 0,5 mm pentru rame și 8 × 0,5 mm pentru diagonale și traverse. Aceste dimensiuni sunt valabile pentru capotele normale.

La fabricarea în serie a capotelor se face un dispozitiv de lemn, prelucrat după forma respectivă care se potrivește la fuzelaj. Pe acest șablon se fixează țevile îndoite și se sudează. Indoirea țevilor, în special acolo unde sunt curburi pronunțate, se face prin umplerea lor cu nisip uscat. Sudarea pe gabarit se începe dela cele două țevi de bază, prinzându-se cu puncte de sudură ramele care dau forma capotei. După ce se controlează pe fuzelaj, se prinde restul de traverse și totul se sudează definitiv (fig. 200). Pe brâul capotei se montează închizătorul cu mânerul în interior, construit deobicei astfel, încât atunci când capota nu este închisă, poziția lui jenează pilotul și îi atrage astfel atenția, ca să-l închidă (fig. 201). Partea fixă a închizătorului se montează pe fuzelaj. In general, tipul închizătorului depinde de felul în care se deschide capota. Capotele detașabile au deobicei un închizător cu arc care se montează în partea din față (fig. 201, *b*). Ca o construcție specială s'a



realizat capota care culisează spre spate, pe două șine (vezi

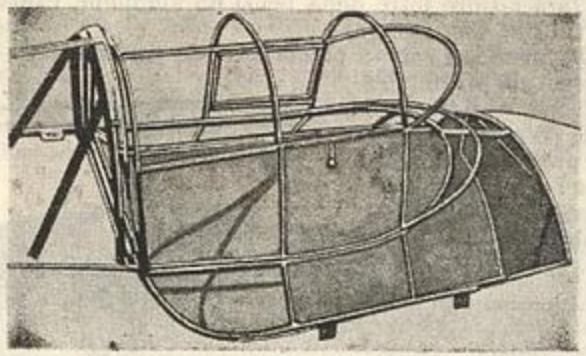


Fig. 200. Schelet de capotă din țeavă de oțel.

capota planorului tip „LF 107" din fig. 174). Gemulețele se construesc în așa fel, încât deschiderea lor să fie la îndemâna pilotului, și oricare ar fi și sistemul lor de fixare, ele nu trebue să aibă joc.

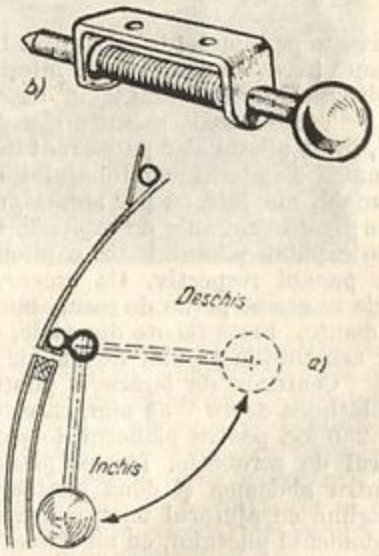



Fig. 201. Inchizător la capotă:
a — acoperită; b — cu parbriz.

Partea de jos a capotei se acoperă deobicei cu placaj, iar restul cu un material plastic transparent. Fixarea, atât a placajului, cât și a materialului transparent, se face prin nituire. Cea mai simplă se face direct pe țeavă, folosind nituri de aluminiu cu diametrul de 2 mm. Mai rezistentă este însă nituirea între două benzi de aluminiu (fig. 202). Ca nituitor se folosește un ciocan ușor iar în timpul nituirii trebue să se observe să nu se încovoaie nitul în țeavă, ori capul nitului să pătrundă în materialul plastic.

Plexiglasul având un coeficient mare de dilatare, se prinde fără nituire între două benzi de aluminiu, căptușite cu pânză subțire (fig. 203, *a*).

Deoarece în cabina planorului de performanță spațiul este destul de strâmt, capota făcută din țeavă cu capetele de nituri afară ar poate provoca sgârieturi — atunci când pilotul este nevoit să se apropie de ea (exemplu: în cazul când privește pe gemuleț la aterisare). Pentru a evita acest inconvenient, țeava se acoperă, în interiorul cabinei cu fâșii de piele, lipite în sistemul arătat în fig. 203, *b*.

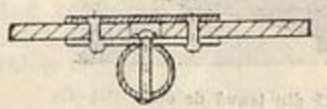


Fig. 202. Nituirea capotei.

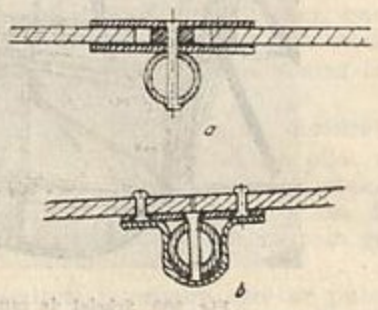


Fig. 203. Fixarea plexiglasului: *a* — între două benzi de aluminiu capitonate cu pânză; *b* — țeavă capitonată cu piele.

Toate părțile ascuțite sau dure care sunt plasate în așa fel, încât pilotul s'ar putea răni în caz de accident, trebue capitonate. Tapițeria capitonajului este de piele, doc sau pergamoid, umplută cu păr animal, cu vată sau cu iarbă de mare și e fixată prin cuie de tapițerie sau cu benzi capsate. In spatele capului pilotului se capitonează o pernă care se fixează pe panoul respectiv. Ca amenajamente interioare de tapițerie se găsesc perne de șezut, buzunare pentru hartă și pentru alimente, toate făcute din piele, doc sau pergamoid în funcție de necesitățile tipului de planor respectiv.

Centurile de legare a pilotului sunt făcute din chingă cu lățimea de 40 —50 mm, care trebue să reziste la tracțiunea de 250 kg, pentru planorul de școală și de 450 kg pentru planorul de acrobație. La un planor sunt patru chingi; două pentru abdomen și două pentru spate. Ele sunt reglabile în lungime cu ajutorul unor catarame. Prinderea lor se face pe abdomenul pilotului, cu un sistem de închizător cât mai simplu și mai sigur. Chingile sunt fixate în oțeluri montate pe piesele cele mai rezistente ale fuzelajului, deoarece efortul care se exercită în aceste puncte de fixare este foarte mare, mai ales în cazul unui accident (șoc).



### *d*) Planșa aparatelor de bord

Aparatele de bord pentru controlul sborului sunt plasate în fața pilotului, pe o planșă făcută din placaj, ebonită sau duralumin. Planșa instrumentelor de bord, sau — mai scurt „planșa de bord" este prinsă de panoul fuzelajului prin șuruburi cu amortizoare de cauciuc, iar aparatele de bord sunt plasate în găuri decupate în planșă (fig. 204). Numărul

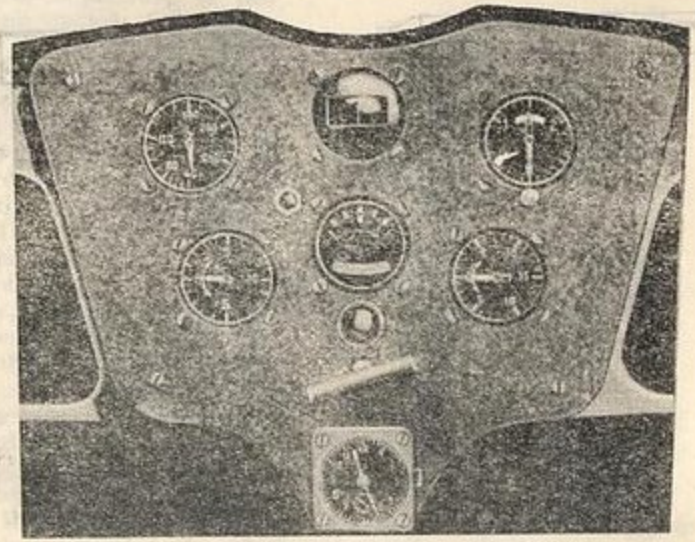


Fig. 204. Planșa de bord.

de aparate de bord pe planșe depinde de tipul și de uzilizarea planorului. Astfel, un planor de antrenament va avea trei sau patru aparate, iar un planor de performanță șase până la nouă instrumente de sbor. In mod obișnuit pe planșele de bord, se vor găsi următoarele aparate: vitezometru, altimetru, variometru, indicator de viraj și glisadă (giroclinometru), clinometru de pantă. In cazul planorului de performanță se mai adaugă: busola, orizont artificial (giroorizont) accelerometru (indicator de accelerație). Incă un variometru și ceas de bord.

1. **Vitezometrul.** Vitezometrul (fig. 208) este un aparat care are rolul de a indica viteza planorului, față de aerul înconjurător în km/h. El este compus din aparatul propriu zis

cu un cadran gradat în km/h, cu cifre fosforescente. Legătura lui cu exteriorul se face printr'un racord de țeavă de cauciuc, legată la un tub special de metal, care se fixează în plin curent pe botul planorului. Se folosesc trei tipuri diferite de vitezometre, deci și trei feluri de tuburi.

— *Vitezometrul cu presiune* și cu presiune statică. La

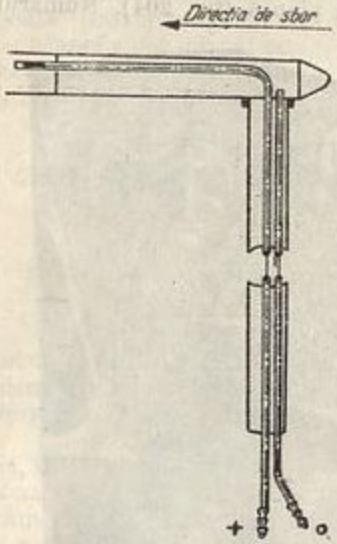



Fig. 205. Tub Pitot.

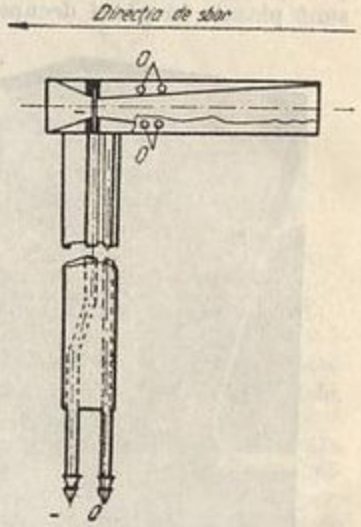



Fig. 206. Trompa Venturi.

acest tip sunt marcate pe spatele cutiei, în dreptul racordului, indicațiile + și 0. Tubul exterior numit *tub Pitot* are principiul de construcție reprezentat în fig. 205. La acest tub se găsește un racord, marcat cu semnul + care este în directă legătură cu presiunea creată de viteza de înaintare a planorului în aer. Celălalt racord, marcat cu semnul 0, este în legătură cu presiunea aerului înconjurător (indiferent de viteza de sbor) numită *presiune statică*.

— *Vitezometrul cu depresiune* și *cu presiune statică*. Pe spatele cutiei, în dreptul racordului, se găsesc indicațiile — și 0. Tubul exterior, numit *trompa Venturi* (fig. 206) este compus dintr'o trompă (țeavă deschisă la ambele capete) a cărei deschidere se îngustează spre mijloc unde produce o sugere (depresiune) cu atât mai puternică, cu cât viteza de sbor este



mai mare. Racordul trompei este marcat cu semnul —, iar celălalt racord, care este în legătură cu locașul pentru presiunea statică, este marcat cu 0.

— *Vitezometrul cu presiune* și *cu depresiune*, marcat pe cutie, în dreptul racordurilor, cu + și —. Tubul exterior este combinat dintr'o trompă Venturi și un tub Pitot, iar în partea de jos ies trei țevi marcate cu +, — și 0, adică, presiune, depresiune și presiune statică (fig. 207).

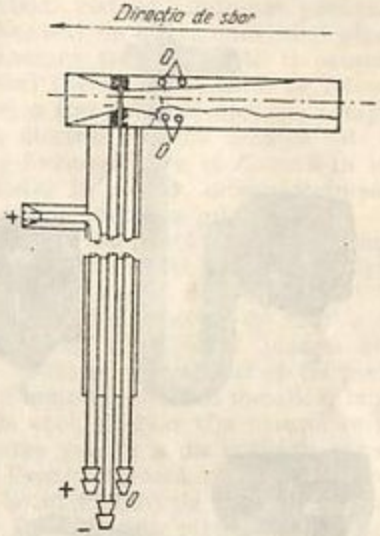



Fig. 207. Tub Pitot și trompa Venturi combinate.

Racordul la aparat se face dela țevile marcate cu + și — iar racordul marcat cu 0 se folosește la alte aparate de bord. Dintre aceste trei tipuri de vitezometre, cel mai sensibil pentru vitezele mici este cel cu + și —; apoi cel cu — și 0, și în fine, cel cu + și 0, care se folosește mai mult la planoarele de mare viteză și la avioane. Tubul exterior se montează pe botul fuzelajului, plasându-se în așa fel, încât să fie înafara zonei de vârtejuri produse de forma fuzelajului și, în același timp, să fie atins de curentul de aer uniform în timpul virajelor sau al altor evoluții ale planorului. Controlul funcționării vitezometrului după montare se face suflând foarte ușor în tub sau în trompă și observând mișcarea acului. Dacă racordurile sunt făcute corect și tubul de cauciuc nu are plesnituri, acul vitezometrului se va mișca în sensul acelor ceasornicului. In niciun caz nu se va sufla puternic, deoarece aparatul se poate deregla. Țeava de cauciuc, legată de racordul presiunii statice (0) va fi prevăzută cu un „T" de trecere pentru racordarea la celelalte aparate. Tubul sau trompa trebue să fie ferite de praf; deaceea se echipează cu mici huse de pânză, care nu se scot decât numai când planorul trece la sbor.

2. **Variometrul** (fig. 208, *d*), este un aparat care indică viteza de urcare sau de coborire a planorului față de aerul

înconjurător în m/s. El este compus (indiferent de tip) din aparatul propriu zis, prevăzut cu un cadran împărțit în două jumătăți, în sus arătând urcarea în m/s, iar în jos, coborîrea în m/s. Sunt variometre la care gradația merge până la ± 5 m/s, iar la altele, până la ± 10 și chiar la ± 30 m/s. Tuburile de racord sunt marcate, unul cu indicația termos, altul cu 0,

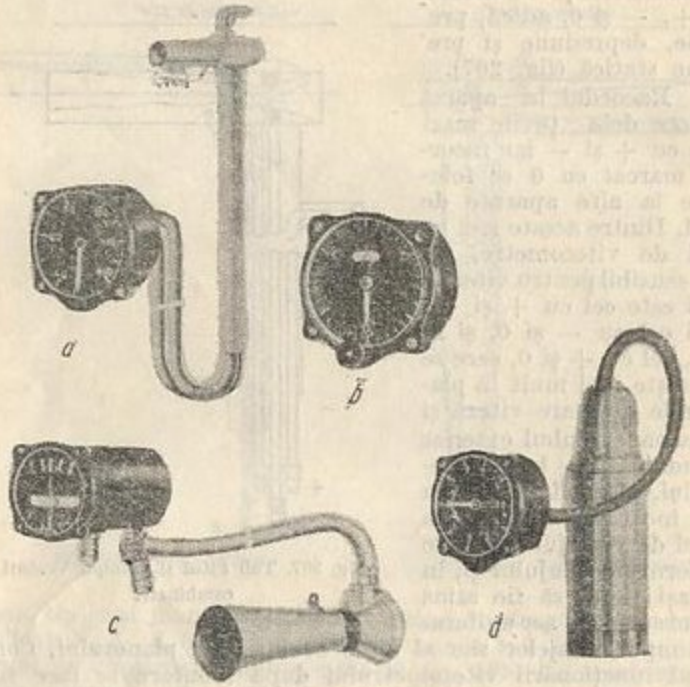



Fig. 208. Aparate de bord:
a – vitezometru; b – altimetru; c – indicator de viraj și glisadă; d – variometru.

adică aparatul se racordează pe de o parte la presiunea statică (0 dela tubul exterior), iar celălalt racord se leagă la un termos fixat în fuselaj. Prima operație de control este verificarea termosului, dacă nu este spart; apoi verificarea etanșeității racordărilor. Fiecare tip de variometru are nevoie de un termos de o capacitate anumită (1/2, 3/4 sau 1 kg).

3. **Altimetrul** (fig. 208, *b*) este aparatul care indică înălțimea de sbor în metri (deobicei din 100 în 100 la tipuri speciale din 10 în 10 m) față de sol. Singurul racord al acestui aparat este presiunea statică, adică 0.



4. **Indicatorul de viraj și glisadă (giroclinometrul)** (fig. 208, *c*) este un aparat utilizat pentru sborul fără vizibilitate. El are pe cadran un ac indicator (limba) și un tub curb de sticlă cu o bilă metalică în interior. Principiul de construcție și de funcționare este bazat pe un rotor acționat fie pneumatic, prin curent de aer, fie electric. Sistemul acționat pneumatic este racordat la o trompă Venturi de dimensiuni mari plasată la exteriorul planorului. Deoarece trompa poate fi acoperită cu ghiață la sborurile în nori (deci tocmai când se folosește aparatul), în ultimul timp el a fost înlocuit aproape complect cu giroclinometre acționate electric. Pentru aceasta este nevoie de o simplă baterie de buzunar, care se fixează în interiorul carlingei și se racordează la aparat, intercalându-se pe circuit un întrerupător plasat la îndemâna pilotului.

5. **Clinometrul** (fig. 208, *a*) de pantă indică înclinarea pantei de sbor a planorului. Montajul lui se face provizoriu pe planșă și se definitivează după sborul de probă.

6. **Busola** are rolul de a indica direcția de sbor a planorului. Ea se montează deobicei în mijlocul planșei astfel încât linia de marcaj de pe cadranul aparatului să fie perfect pe verticală. Spre a nu fi influențată de mase metalice, împrejurul ei nu se prind piese de oțel, și chiar tija manșei se face din aluminiu. Cu toate acestea pentru a da indicații corecte, busola trebue *compensată*. Pentru această operație, planorul se pune pe un planșeu cu botul în direcția Nord, stabilit de o altă busolă compensată. Dacă busola planorului nu arată exact Nordul, se introduc în locașuri speciale mici ace de oțel, până când se obține indicația corectă. Apoi se repetă operația în toate cele patru direcții. Dacă totuși sunt diferențe acestea se scriu pe *o tabelă de deviații* care se fixează lângă planșa de bord a planorului.

*Orizontul artificial* și *indicatorul de accelerație* se montează numai la planoare speciale pentru sboruri de performanță.

Toate instrumentele de bord fiind foarte sensibile, se impune ca manipularea și stocarea lor să se facă cu multă atenție. Afară de aceste instrumente, se mai găsesc uneori pe planșa de bord sisteme de semnalizare a declanșării, conectoare pentru lămpi de poziție și, în cazurile speciale ale planoarelor cu echipament de sbor la înălțime, se montează indicatorul de presiune a oxigenului pentru inhalatorul de oxigen.

tăţile aripelor până când ajung în poziţia corectă; apoi se fixează bine pe două suporturi.

Operaţia următoare este controlul axei aripelor faţă de cea a fuzelajului (trebue să fie perpendiculară una pe alta). Ea se realizează măsurându-se distanţa dintre capătul fiecărei aripe şi un punct de pe axa fuzelajului (deobicei unul din buloanele de fixare ale stabilizatorului). Cele două distanţe trebue să fie egale. Pentru fixarea unghiului de incidenţă al aripei, a cărui valoare este indicată pe desen în raport cu axa constructivă al fuzelajului, se poate folosi, pentru măsurare, dispozitivul reprezentat în fig. 218. Când toate aceste măsurători şi controale au fost efectuate şi corespund, se face prinderea definitivă a ferurilor de încastrare. Ultima operaţie a montajului de probă este alezarea găurilor pentru bolţurile de prindere, a cărei execuţie cere foarte multă exactitate.

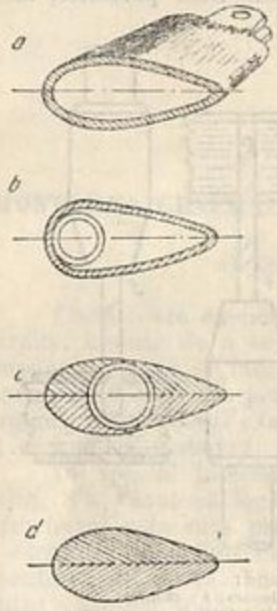



Fig. 210. Tipuri de montanţi: a — din ţeavă profilată; b — din ţeavă de oţel cu profilaj din aluminiu; c — din oţel cu profilaj din lemn; d — din lemn.

O construcţie specială a oţelurilor şi a bolţurilor de încastrare este aceea reprezentată în fig. 212, la care introducerea bolţurilor principale se face cu ajutorul unor braţe de pârghie care uşurează şi scurtează foarte mult timpul de montare a planorului (lucru foarte important la planoarele de performanţă, în timpul concursurilor).

Lungimea montanţilor este verificată la montajul de probă, când se aşează fuzelajul vertical, iar aripele în poziţia normală de sbor, având V-ul respectiv prevăzut în desen.

La montarea aripelor planorului de şcoală, poziţia lor este determinată de lungimea cablurilor de ancorare. Legarea acestor cabluri la ferurile respective şi la tendoare se face prin matisare.

Stabilizatorul se montează aşezându-se în două sau în trei buloane speciale, fixate pe fuzelaj, sau în buloane şi montanţi prinşi de coada fuzelajului. Dacă montanţii au cap de reglaj cu şurub, se face întâi reglarea lor la dimensiuni egale. Se



montează apoi stabilizatorul şi dacă este cazul, montanţii se pot lungi sau se pot scurta cât este necesar pentru ca stabilizatorul să fie perfect orizontal. Unghiul stabilizatorului

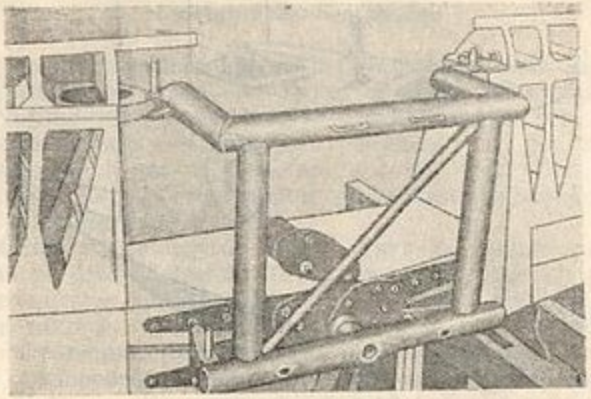


Fig. 211. Dispozitiv mecanic pentru montarea aripei liber portante.

este dat din construcţie şi trebue respectat întocmai. In acest

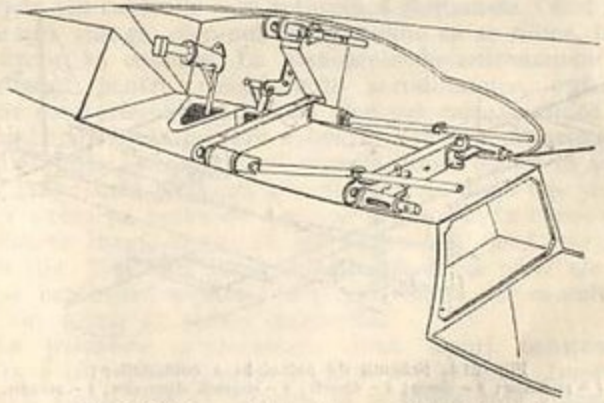


Fig. 212. Ferura de încastrare a aripei de fuzelaj.

scop, la planoarele de şcoală sunt puse două cale de o anumită înălţime, care se fixează prin gujonul de prindere al stabili-

zatorului. După sborurile de probă aceste cale uneori se ajustează, atât cât este necesar obținerii unui unghi corespunzător menținerii echilibrajului în sbor. La planoare de perfor-

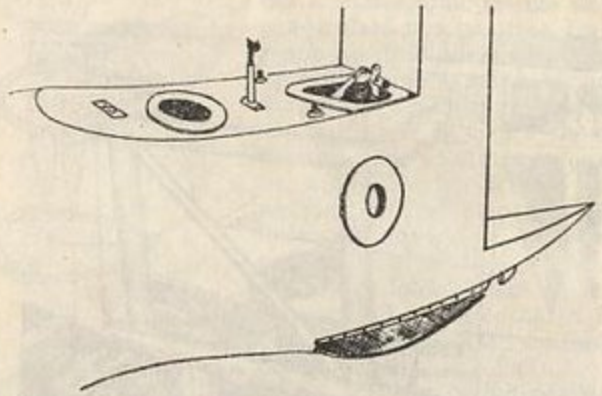


Fig. 213. Suportul stabilizatorului.

manță, însăși construcția panourilor și a ferurilor de prindere ale stabilizatorului dau unghiul necesar (fig. 213).

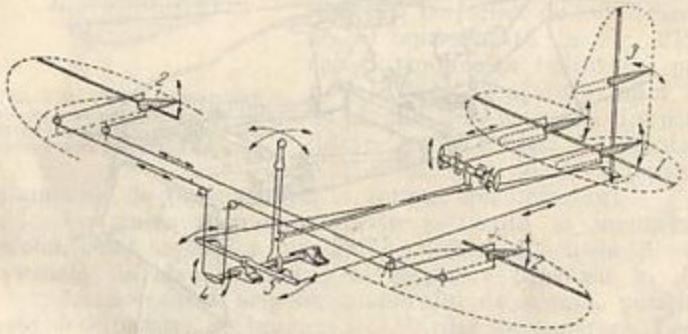


Fig. 214. Schema de principiu a comenzilor:
*1* – profundor; *2* – eleron; *3* – direcție; *4* – comanda eleroanelor; *5* – paloniер.

Restul ampenajelor se montează în articulațiile (balamalele) respective (fig. 217, *a*) și se face legătura cu organele de transmisie (cabluri, tije) și cu organele de manevră. Aceste



legături sunt foarte diferite în funcție de genul constucției în general trebuind să fie cât mai rezistente, mai nedeformabile și mai ușor de montat.

### *b*) Montarea comenzilor

Comenzile principale sunt în număr de trei: comanda profundorului, comanda eleroanelor și comanda direcției (fig. 214). Profundorul *1* și eleroanele *2* sunt comandate prin manșă, iar direcția *3* este acționată prin paloniere. In fig. 214 este reprezentată schema de principiu a comenzilor unui planor, iar în fig. 215 este reprezentat ansamblul comenzilor unui planor de performanță.

Manșa este compusă dintr'o țeavă de torsiune, de oțel montată pe două lagăre din fibră, bronz sau rulmenți pe bile. La extremitatea dinspre bot este comanda manșei, mobilă în jurul unui ax orizontal prins pe două console sudate pe țeava de torsiune. Prin mișcarea înainte și înapoi, comanda manșei acționează profundorul. Legăturile ei, indiferent dacă sunt cabluri sau tije, se montează totdeauna în așa fel, încât atunci când este împinsă înainte, profundorul să coboare, iar când este trasă, profundorul să se ridice (fig. 214 și 215). Mișcarea laterală a manșei rotește țeava de torsiune și, odată cu ea, înclină piesa de oțel *4* de extremitățile căreia sunt legate tijele sau cablurile care acționează eleroanele. Când manșa e dată spre stânga, eleronul stâng trebue să se ridice, iar eleronul drept, să coboare. La planoarele de antrenament și de performanță pentru considerente aerodinamice, cursa eleroanelor este diferențială; adică eleronul care se ridică are o cursă mai mare decât cel care coboară. Pentru realizarea acestui efect diferențial, comenzile eleroanelor sunt legate la pârghia *1* (fig. 215) fixată pe aripă și acționată de două tije și fixate la un V sudat pe țeava de torsiune a manșei. In cazul eleroanelor foarte lungi, comanda lor acționează două pârghii simultan (fig. 216). La unele tipuri, cele două părți ale eleronului se brachează separat, una mai mult, iar cealaltă mai puțin, tot printr'un sistem diferențial.

La paloniere se deosebesc două tipuri constructive: unul fix *5* (fig. 214) și altul reglabil *5* (fig. 215). Impingerea piciorului stâng face ca direcția să se miște spre stânga. Impingerea piciorului drept va mișca direcția spre dreapta.

Frânele aerodinamice sunt comandate prin cabluri și tije, acționate de o pârghie plasată în partea stângă a pilotului. La acționarea pârghiei, ambele frâne trebue să iasă egal și

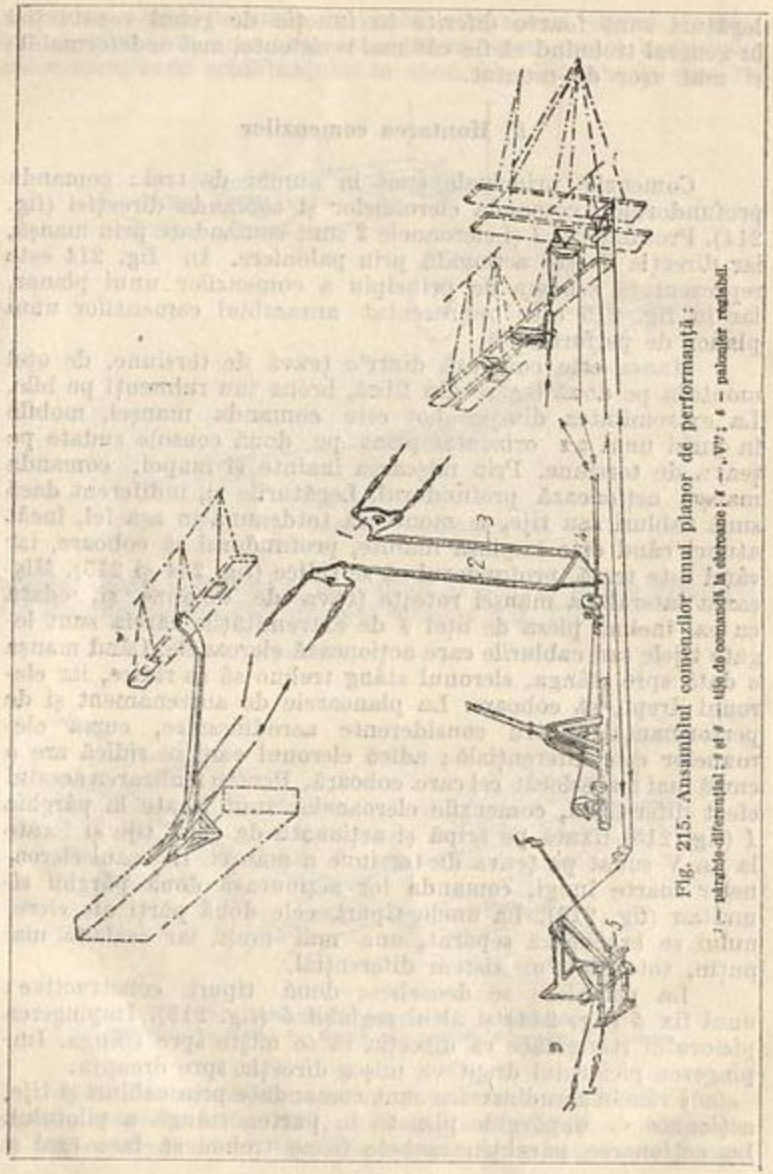


Fig. 215. Ansamblul comenzilor unui planor de performanță:
1 – pârghia-diferențial; 2 și 3 – tije de comandă la eleroane; 4 – „V"; 5 – palonier reglabil.



în același timp, din aripă iar atunci când este închisă ambele să se culce complect în profilul aripei.

Organele de transmisie ale comenzilor sunt cablurile

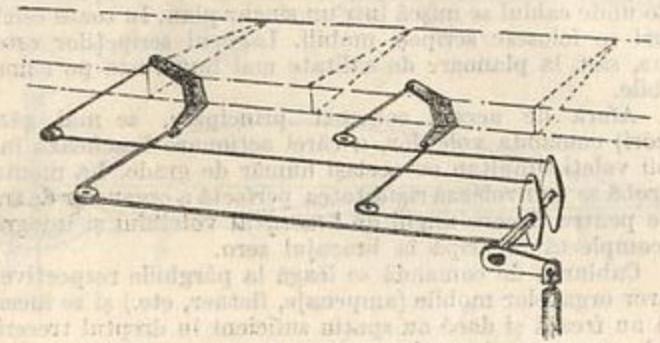


Fig. 216. Comanda dublă a eleronului.

suple de oțel cu diametru între 2 și 3 mm și tijele de țeavă de oțel, duralumin, de formă rotundă sau profilată. Reglarea

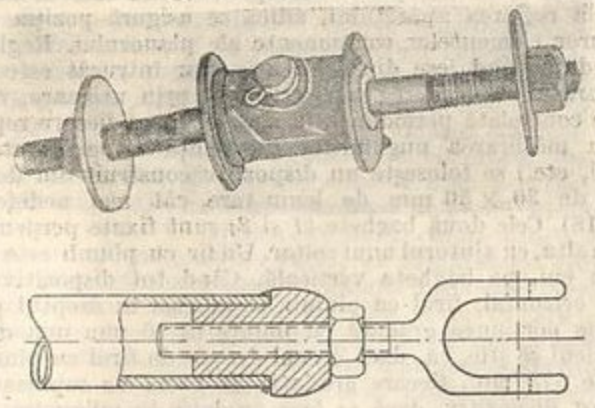


Fig. 217. Articulații (*a*) și tije reglabile (*b*).

lungimii cablurilor se face prin tendoare, iar a tijelor, prin șuruburi cu contrapiuliță, la unul sau la ambele capete (fig. 217 *b*)

Întinderea cablurilor se face prin tendoare. Cele două

capete cu filet ale tendorului trebue să intre complect în partea centrală.

Cablurile sunt ghidate pe scripeți ficși sau mobili și prin țevi de ghidaj. Scripeții ficși se întrebuințează numai acolo unde cablul se mișcă într'un singur plan. In toate celelalte cazuri se folosesc scripeți mobili. Lagărul scripeților este de bronz, sau, la planoare de calitate mai bună este pe rulmenți cu bile.

Afară de aceste comenzi principale, se mai găsește (uneori) comanda voleților, a cărei acționare brachează în jos ambii voleți simultan cu același număr de grade. La montarea de probă se controlează rigiditatea perfectă a organelor de transmisie pentru fiecare unghi de bracaj al voletului și integrarea lui complectă în aripă la bracajul zero.

Cablurile de comandă se leagă la pârghiile respective ale tuturor organelor mobile (ampenaje, fletner, etc.) și se încearcă dacă nu freacă și dacă au spațiu suficient în dreptul trecerilor, deci la montarea de probă se fac, și în această privință, corectările necesare.

### *c*) Reglarea

După ce toate piesele componente au fost montate, se trece la reglarea aparatului, adică se asigură poziția corectă a tuturor elementelor componente ale planorului. Reglarea se face odată când iese din fabricație, dar întrucât este posibil ca aparatul să se deregleze cu timpul prin uzilizare, reglarea trebue controlată periodic și, în special, după fiecare reparație. Pentru măsurarea unghiurilor (incidența aripei, a stabilizatorului, etc.) se folosește un dispozitiv construit din două baghete de 30 × 50 mm de lemn tare, cât mai nedeformabil (fig. 218). Cele două baghete (*1* și *2*) sunt fixate perpendicular una pe alta, cu ajutorul unui colțar. Un fir cu plumb este agățat într'un cui, pe bagheta verticală. Când tot dispozitivul este așezat orizontal, firul cu plumb se va găsi în dreptul poziției zero, pe porțiunea gradată cu liniuțe la 10 mm una de alta. Din calcul se știe, că, dacă cercul descris de firul cu plumb are raza de 573 mm, fiecare gradație de 1 cm va reprezenta 1°. Cu acest dispozitiv, dacă se face gradație în milimetri, se vor putea măsura unghiuri cu precizie de zecimi de grade (1/10 grad este egal cu 1 mm).

Pentru controlul incidenței aripei, adică a unghiului făcut de coarda profilului cu axa longitudinală a fuzelajului, se începe prin a pune la orizontală linia de referință a fuzelajului. La planoarele de școală se va pune la orizontală bara de sus a grilajului.

Așezând apoi dispozitivul descris mai sus, cu baza (baghetei 2) tangentă la profilul de aripă (pe intrados) vom obține

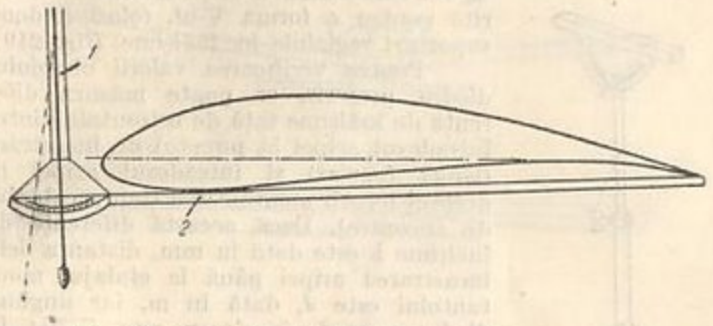



Fig. 218. Dispozitiv pentru măsurarea unghiurilor.

unghiul format cu orizontala, deci cu linia de referință a fuzelajului. In același fel se poate măsura și unghiul de incidență al stabilizatorului în raport cu axa fuzelajului și în raport cu tangenta la coarda profilului de aripă. Măsurătorile acestor unghiuri se fac mai mult în cazul construcțiilor noi sau al reparațiilor generale, pentru verificarea exactității montării ferurilor, fapt expus mai pe larg în capitolul precedent. La reglarea obișnuită a planoarelor de performanță, cea mai mare parte a reglării o formează organele de comandă, deoarece construcția planorului dă poziția corectă atât pentru aripe, cât și pentru ampenaje, încă dela montarea de probă. In schimb, planorul de școală cu sistemul lui de ancorare prin cabluri, corzi și montanți, reclamă un reglaj cu următoarele cerințe:

1) fuzelajul (turnul), când se găsește în poziție verticală, ambele aripe trebue să formeze un V, a cărui valoare să fie cea indicată pe desenul de construcție sau în notița tehnică. Verticala turnului trebue să fie bisectoare a acestui unghi diedru;

2) grilajul să fie plasat exact în prelungirea turnului (vertical pe toată lungimea);

3) ampenajul (stabilizator și profundor) să fie perfect perpendicular față de verticala turnului (fuzelajului);

4) profilul de aripă să nu fie răsucit, deci unghiul de incidență să nu fie schimbat;

5) toate încordările să fie uniform întinse.

Aceste condiții de reglare se pot asigura în modul următor:

— V-ul aripei se controlează în raport cu o linie orizontală, perpendiculară pe axa verticală a fuzelajului. Cu ajutorul unei platforme orizontale pe care se așează planorul, se vor ridica ambele aripe la înălțimea dorită pentru a forma V-ul, folosind două suporturi reglabile în înălțime (fig. 219).

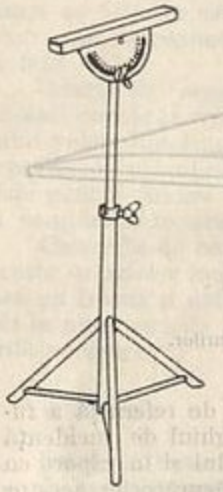


Fig. 219. Suport reglabil pentru aripe.

Pentru verificarea valorii unghiului diedru prescris, se poate măsura diferența de înălțime față de orizontala dintre intradosul aripei la punctul de încastrare (lângă fuzelaj) și intradosul aripei în dreptul ferurii montantului (sau a cablului de ancorare). Dacă această diferență de înălțime $h$ este dată în mm, distanța dela încastrarea aripei până la etalajul montantului este $d$, dată în m, iar unghiul diedru prescris în desen este $i$, dat în grade, relația matematică pentru control este:

$$h = 17{,}4 \times d \times i$$

De exemplu, unghiul dat pe desen $i = 3°30'$, iar $d$ măsurat pe planor este 2,5 m, atunci $h$ va trebui să fie egal cu $17{,}4 \times 2{,}5 \times 3{,}5$, adică 152,25 mm.

Reglarea V-ului la planoarele de școală se face cu ajutorul tendoarelor sau al șuruburilor de reglare din capul montanților. Cu ocazia reglajului V-ului, se vizează bordul de scurgere al aripei, pentru a nu fi mai jos din cauza vreunui cablu prea întins (fig. 220).

Grilajul este fixat în prelungirea turnului prin patru cabluri cu ajutorul cărora se reglează și poziția ampenajelor. In fig. 220 sunt arătate diferite greșeli de reglaj. La planoarele de faza I ancorate prin hobanaj de cabluri și sârme, toate aceste greșeli pot fi înlăturate prin strângerea sau slăbirea cablurilor, toată operația bazându-se pe vizarea din față în raport cu verticala turnului și a bordului de scurgere al aripelor.

La planoarele de antrenament greșeala din fig. 220 *a* se poate corecta reglând montanții; celelalte greșeli *b*, *c* și *d* sunt însă greșeli de construcție ce nu se pot remedia decât prin reparație în atelier.

Când planorul este complect reglat se mai face un control al fiecărei piese de legătură, în special la articulații, se



verifică asigurările (la bolțuri și șuruburi) și se trece la reglarea comenzilor.

Prima operație este aceea a fixării organelor de comandă, manșă și palonier, la poziția neutră, adică manșa perfect la

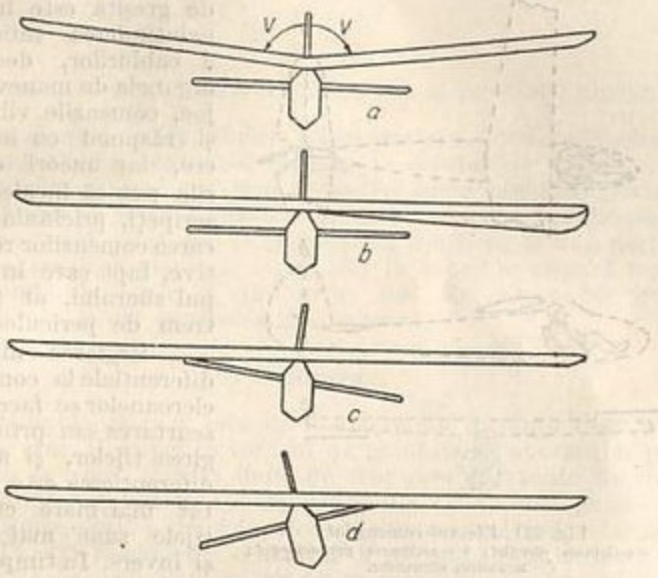



Fig. 220. Greșeli de reglaj:
*a* — unghiul diedru „V" corect; *b* — incidența prea mare la aripa stângă; *c* — ampenaj înclinat; *d* — fuzelaj torsionat.

verticală, iar pedalele palonierului pe aceeași linie (perpendicular pe axa fuzelajului). Se leagă tendoarele și cablurile respective, astfel încât și comenzile corespunzătoare: profundor, eleroane, direcție, să stea în poziție normală, deci în prelungirea părților fixe. Se controlează apoi efectul comenzilor pentru ca manșa și palonierul să provoace deplasarea comenzilor sau a cârmelor în sensul arătat în fig. 221. Dacă acest efect nu corespunde (de exemplu: când împingând de manșă, profundorul urcă în loc să coboare) înseamnă că sunt greșite legăturile organelor de transmisie și deci trebue schimbate corect. Odată efectuată această operație, se mișcă cu putere manșa în toate direcțiile și apoi se repune la poziția neutră. Cârmele vor trebui să fie și ele în poziție normală. Dacă sunt deplasate, se reglează

(strângând sau slăbind tendoarele) din nou la poziția corectă și încercarea se repetă până când nu mai există diferențe.

Cablurile nu trebue întinse prea tare, deoarece pe de o parte pot fi solicitați scripeții, iar pe de altă parte comenzile merg greu. Tot atât de greșită este însă și neîntinderea suficientă a cablurilor, deoarece organele de manevră au joc, comenzile vibrează și răspund cu întârziere, iar uneori cablurile pot să încalece pe scripeți, pricinuind blocarea comenzilor respective, fapt care în timpul sborului, ar fi extrem de periculos.

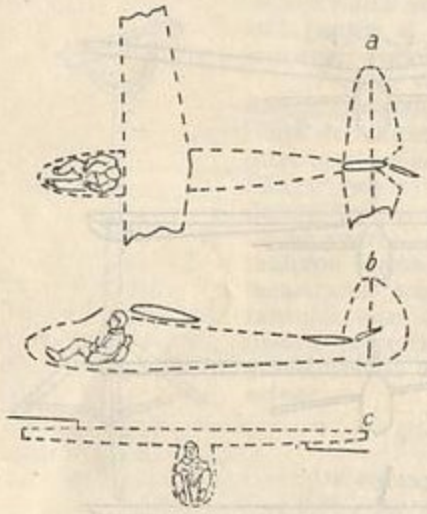


Fig. 221. Efectul comenzilor:
a — actionarea direcției; b — acționarea profundorului;
c — actionarea eleroanelor.

Reglarea mișcării diferențiale la comanda eleroanelor se face prin scurtarea sau prin lungirea tijelor, și anume diferențierea este cu atât mai mare cu cât tijele sunt mai lungi și invers. In timpul reglării, de fiecare dată când se lungesc sau se scurtează tijele, va trebui să se corecteze și lungimea cablurilor care acționează eleroanele (cu ajutorul tendoarelor respective). Totdeauna această reglare se face simultan la ambele tije, controlându-se poziția neutră a manșei.

După ce cablurile au fost reglate se controlează cursa organelor de manevră și a comenzilor. Valoarea cursei este dată în desenele de construcție. Ca indiciu, profundorul va face un unghi în sus și în jos între 25 și 40°; direcția va fi între 50 și 80° spre stânga și dreapta; eleroanele, între 20 și 35° în sus și în jos, la planoarele de școală și între 10 și 15° la eleronul care coboară și 20...35° la eleronul care se ridică, în cazul sistemului de comandă diferențial.

Cursa manșei este cuprinsă obișnuit între 18 și 25° înainte și înapoi și între 15 și 25° lateral, iar drumul parcurs de pedala palonierului este în jurul a 100 mm. Evident că toate aceste indicații sunt bine precizate în funcție de tipul constructiv



de planor. Măsurarea cursei comezilor se poate face cu un raportor, sau prin calcul, măsurând distanța dintre bordul de fugă al organului mobil de comandă (de exemplu un profundor) și locul de fixare al acelei comenzi în balama. Unghiul de bracaj este dat de formula

$$\sin \frac{l}{2} = \frac{h}{2r}$$

în care $\sin \frac{l}{2}$ este sinusul trigonometric al jumătății unghiului de bracaj, fiind dat în tabelele trigonometrice; $r$ este adâncimea comenzilor (lățimea) dela balama la bordul de scurgere, $h$ este mărimea cursei comenzii respective între pozițiile extreme.

După ce toate comenzile au fost reglate și funcționează ușor pe toată cursa, ele se controlează din nou, se ung părțile mobile, iar dacă planorul este „dat la sbor" se asigură toate tendoarele, bolțurile și șuruburile, atât ale comenzilor (cârmelor), cât și ale organelor de manevră.

### d) Centrarea

Scopul centrării este de a determina distanța dela bordul de atac al aripei la centrul de greutate al aparatului pus în linie de zbor. Poziția liniei de sbor este prevăzută de constructor și indicată în desene. De multe ori ea corespunde cu poziția orizontală a liniei de referință din construcția fuzelajului.

Poziția teoretică a centrului de greutate este indicată în desenul de construcție sau în notița tehnică a fiecărui planor. Ea este indicată în raport cu greutatea pilotului. De exemplu la planorul G 7 pentru un pilot de 80 kg verticala centrului de greutate este la distanța de 35 cm dela bordul de atac al aripei (spre bordul de scurgere).

Uneori poziția centrului de greutate este indicată sub forma:

coordonatele centrului de greutate

$$x = 35 \text{ cm}; \qquad y = 2 \text{ cm}.$$

In acest caz axa $x$-lor este coarda profilului de aripă, iar axa $y$-lor este tangentă la bordul de atac al profilului.

Pentru stabilirea poziției reale a centrului de greutate, se poate folosi metoda echilibrării. prin așezarea unei cale rotunde sub platina planorului (fig. 222). Această metodă este însă foarte inexactă și necesită multe tatonări. Mai exact se poate obține cu ajutorul cântăririi pe unul sau pe două cântare

(fig. 223). La această metodă, planorul (cu pilotul la bord) în poziție de sbor se pune pe cele două cântare, controlate cu ajutorul unei nivele cu bulă de aer. Cântarele dau indicațiile de greutate $P_1$, cel din față și $P_2$ cel din spate. Greutatea

Fig. 222. Centrajul pe rulou.

aparatului este egală cu $P_1 + P_2$. Distanța dela punctul de sprijin pe cântarul din față până la bordul de atac al aripei se măsoară și se notează cu $d$. Lungimea dintre cele două sprijine

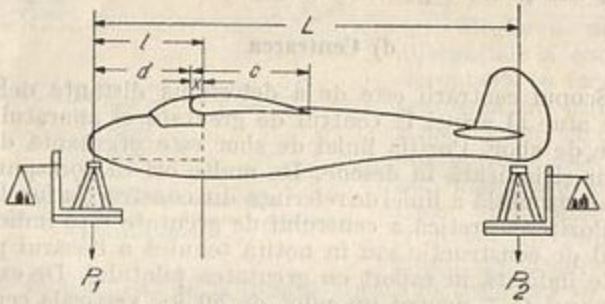



Fig. 223. Centraj pe cântare.

de pe cântare se notează cu $L$. Având $x$ distanța necunoscută până la centrul de greutate, valoarea ei este dată de formula:

$$x = \frac{P_2 \times L}{P_1 + P_2} - d$$

Dacă nu este decât un singur cântar, valorile lui $P_1$ și $P_2$ se pot obține succesiv, cântărind odată botul și odată coada. In timpul cântăririi planorul trebue să fie așezat în poziție de sbor.

Afară de această cântărire — necesară pentru centrare, se mai cântărește și fiecare element al planorului în parte, adică aripa stângă și cea dreaptă, ampenajele, montanții, etc. Greutatea lor trebue să corespundă cu cea indicată de con-



structor și nu este admis să depășească limitele prevăzute prin caietele de sarcini. Eventualele diferențe la cântărirea pentru centraj, dacă sunt în minus se pot corecta ușor prin adăugarea unor plăci sau a unor blocuri de metal, care se fixează de cele mai multe ori în botul planorului.

Cântărirea de centrare se face adăugând planorului o „încărcătură utilă" medie, determinată de constructorul proiectant al tipului respectiv de planor și indicată pe desen sau în notița tehnică.

Prin „încărcătură utilă" înțelegem greutatea prevăzută pentru pilot și diferite echipamente sau accesorii de sbor ca parașută, barograf, etc.

In exploatare, această încărcătură utilă este însă variabilă, în primul rând prin greutatea diferită dela pilot la pilot, apoi prin faptul că uneori pot lipsi unele echipamente ca parașuta sau barograful, ori se pot adăuga altele ca inhalatorul de oxigen, cu toată instalația sau un echipament special pentru zbor de noapte.

Menținerea centrării corecte se face punând un număr corespunzător de greutăți de echilibrare pe un dispozitiv instalat anume în acest scop în botul planorului. Numărul de greutăți de echilibrare necesar în funcție de greutatea variabilă a încărcăturii utile este calculat de constructor și la fiecare planor se găsește pe o notiță indicatoare sub formă de tabelă fixată pe peretele carlingei într'un loc vizibil. De exemplu:

| Incărcătura | Nr. greutăților compensatoare |
|---|---|
| 50 kg | 4 |
| 60 „ | 3 |
| 70 „ | 2 |
| 80 „ | 1 |
| 90 „ | 0 |

Felul dispozitivului menționat cum și greutatea unitară și forma corespunzătoare dispozitivului a greutăților compensatoare diferă la diversele tipuri de planoare. Un tip foarte răspândit este cel reprezentat schematic în fig. 37.

Se poate menționa ca un caz special, că planoarele biloc cu locuri alăturate nu pot fi sburate de către un singur pilot decât în cazul când pune o greutate specială de echilibrare.

Un centraj bun asigură buna stabilitate și maneabilitate a planorului în sbor, deaceea se recomandă să fie respectat conștiincios. In cazul unei diferențe mai mari de încărcătură în minus unele tipuri de planoare își pot pierde stabilitatea într'o astfel de măsură, încât sborul să fie serios periclitat.

*CAPITOLUL VI*

## INTREȚINERE, REPARAȚII ȘI STOCARE

Intreținerea planorului este o operație tot atât de importantă ca și construcția lui. In executarea acestei sarcini intră toate cunoștințele tehnice expuse până aici. Fără a fi rupt vizibil planorul poate prezenta urmele interne ale diferitelor bruscări la care a fost supus în timpul sborurilor. La baza întreținerii planorului stă controlul tehnic, efectuat regulat, periodic, asupra tuturor organelor principale mai ales după cazurile de aterisare anormală. Aceasta chiar în cazul când pilotul afirmă că planorul a fost foarte puțin bruscat. Uneori se observă fisuri foarte mici, alteori nu se observă nimic și totuși materialul este deteriorat. La primele solicitări rezistența materialului respectiv nu se resimte. Cu timpul însă materialul obosește. O ferură obosită nu mai rezistă chiar și la o solicitare normală pentru care a fost calculată și va prezenta fisuri care la un control constant nu pot trece neobservate. Intr'un asemenea caz, ferura respectivă trebue schimbată.

Adeseori se uzează găurile de fixare a bolțurilor sau șuruburilor, începând să se ovalizeze. Dacă se lasă în această stare, jocul bolțurilor va începe să se accentueze din ce în ce mai mult producând vibrații, iar la un moment dat ferura respectivă se poate rupe. Cel mai simplu remediu este alezarea din nou a găurii și punerea unui bolt cu diametru mai mare. Aici trebue ținut seama să nu se treacă peste limitele admise deoarece piesele de oțel pot slăbi. Controlul jocului la bolțuri se face ținând un deget pe locul respectiv și mișcând piesa în toate direcțiile. Când există joc la găurile date în lemn (locul de prindere a șuruburilor) partea respectivă din piesă se schimbă plătuind o bucată nouă. *Este interzis de a se pune „dopuri" de lemn în vechile găuri* pentru a le astupa și a le găuri din nou. La ferurile prinse pe piese groase, longeroane, panouri, etc., se poate întâmpla ca lemnul să se contragă sub ferură. In acest



caz se poate interveni și controla în același timp. strângând cu cheia piuliţele respective.

Ferurile planorului pot rugini și acest lucru nu trebue trecut cu vederea la control, deoarece nu este numai o chestiune de aspect exterior. Rugina pătrunde în adânc și poate slăbi piesa până la rupere. In special sunt foarte sensibile piesele de duralumin și electron, ambele materiale fiind foarte corozibile. Posibilități de conservare există prin aplicarea lacurilor de protecție pentru metal și a grăsimilor de conservare. Dacă ferura este ruginită, se curăță locul cu hârtie sticlată și se lăcuește. Sârmele ruginite se curăță și se ung cu vaselină consistentă. Această operație se face numai dacă stratul de rugină este foarte subțire la exterior. In cazul când există urme adânci de coroziune, ferura va fi înlocuită.

Lagărele paliere ale organelor de comandă și de manevră se întrețin printr'o ungere regulată și prin curățirea periodică a spațiului înconjurător de praf și de noroi adunat în timpul utilizării. Dacă lagărele nu sunt unse, organele de comandă încep să funcționeze greu, având tendințe de gripare. In cazul când totuși sunt forțate mai departe de piloți, ele încep să roadă lagărul și formează joc. Urmarea poate fi crearea unor puncte moarte în acționarea comenzilor. Gresarea lagărelor se face cu tecalemitul (prin presiune), presându-se totdeauna atâta vaselină până când ies în exterior resturile vechi de vaselină cu praf. Plusul care iese afară trebue șters cu o cârpă. La organele care sunt solicitate, se folosesc lagăre pe rulmenți cu bile. Intreținerea acestora este mai ușoară, deoarece au vaselina depozitată în carcasă. Totuși, la revizii periodice trebue spălate și gresate din nou. Ori ce fel de lagăr care prezintă semne de gripare sau joc prea mare trebue schimbat imediat.

Părțile de lemn ale planorului trebue să fie, deasemenea controlate. Rupturile de orice fel trebue refăcute, respectându-se regulile tehnice și indicațiile prevăzute pentru construcții aviatice.

De multe ori rupturile pieselor de lemn sunt aproape invizibile. Acest lucru se întâmplă în special în cazul eforturilor la compresiune. De exemplu, în cazul longeronului principal al unei aripe care a fost solicitat puternic la încovoiere (resursă bruscă, aterisare placată, etc.) se poate produce un început de ruptură în talpa care a fost solicitată la compresiune, deoarece lemnul este mult mai puțin rezistent la compresiune decât la tracțiune. Dacă efortul nu a fost suficient de puternic și bruse, ruptura nu se vede, totuși, fibrele lemnului

sunt turtite și formează un fel de cută interioară în dreptul locului în care solicitarea a fost maximă. Pe placajul exterior se observă uneori în acest loc o mică plesnitură, care, dacă nu se face un control la timp, poate trece neobservată. Urmările pot fi însă grave mergând până la rupere în timpul unor evoluții de sbor mai bruscate. Explicația este simplă : în dreptul cutei, fibrele sunt desprinse una de alta și sunt frânte, iar la diferitele solicitări alunecă încoace și încolo (ca o armonică) până se rup complect.

La planoarele de școală, cu aripa complect împânzită, se poate recunoaște ruptura longeronului după încreșturile care apar pe împânzirea de pe extrados. In același fel se pot observa și rupturile nervurilor. Uneori ruptura lemnului se poate recunoaște după plesnitura lacului de protecție (se vede o linie subțire pe suprafața lacului de protecție). In general, controlul părților lemnoase nu trebue neglijat, iar întreținerea lor reclamă o atenție deosebită după fiecare aterisare mai dură. Lacurile de protecție și vopselele care acoperă părțile lemnoase trebue să fie deasemenea întreținute. Când prezintă defecte pe porțiuni mici se repară local, iar când tot stratul de protecție prezintă urme de alterare, se curăță complect, se vopsește sau se lăcuește din nou. Piesele lemnoase se pot păstra în stare bună numai dacă sunt protejate complect (fără nicio crăpătură), în special contra umezelii.

Incleiturile pieselor chesonate (de exemplu la bordul de atac al unei aripe) nefiind vizibile, controlul lor se efectuează după sunet, cu ajutorul unui ciocan ușor. Procedeul este următorul. Se ciocănește în zigzag linia de încleire a fiecărei nervuri (fig. 224). La fiecare bătaie, sunetul va fi mai profund în părțile de lângă nervură și mai sec în dreptul încleirii bine prinse pe lemn. Dacă între nervură și placaj există un spațiu gol (încleirea este desprinsă) ciocănitura va da și acolo un sunet caracteristic. Porțiunea descleită va fi refăcută printr'o nouă contraplacare.

La repararea unei piese, încleirile se pot face numai după ce au fost îndepărtate toate rămășițele vechi de clei, și locurile respective au fost complect curățite. Dacă piesa este lăcuită, se curăță bine tot stratul de lac. Pentru încleirea locurilor reparate se va folosi totdeauna același tip de clei care a fost folosit și în construcție ; deci, nu se pune clei de cazeină peste caurit sau invers. In cazul când, totuși, trebue să se folosească un alt clei, va trebui să se facă o curățire pe o porțiune mai mare decât cea strict necesară.

Controlul încleirii nervurilor și a diagonalelor organelor de comandă se face ținând fix longeronul și apăsând ușor cu



mâna pe bordul de scurgere, din nervură în nervură, în tot lungul lui. Dacă o nervură este desprinsă (deslipită) se observă în acel loc o încreșitură. Acest defect trebue reparat neapărat.

Cel mai mare dușman al încleirii și al lemnului este apa. Un planor care stă afară în ploaie sau aterizează în locuri umede, va avea fără îndoială apă în diferite porțiuni din fuzelaj sau din aripe. Cea mai mare parte din apa infiltrată în aripe și ampenaje se scurge prin găurile de aerisire ale împânzirii. La fuzelaj se poate evita adunarea apei dacă se prevăd încă din construcție găuri mici de scurgere de o parte și de alta a chilei.

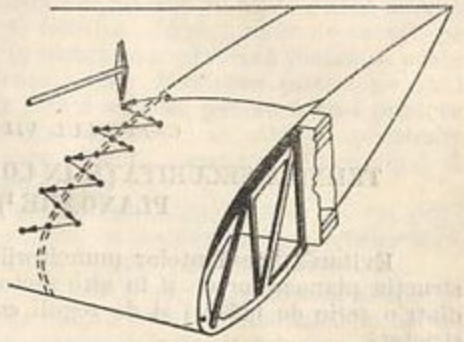


Fig. 224. Controlul încleirii bordului de atac.

Patina planorului și bechia se prevăd cu dubluri care pot fi schimbate ușor, când se uzează. In orice caz, schimbarea trebue făcută înainte de a se roade capul șuruburilor de prindere.

Dacă stocajul planoarelor este de lungă durată este necesară demontarea părților mari. Aripele se așează cu bordul de atac în jos, pe rezemători tapisate, cunoscute sub numele de „foarfeci". In același fel sunt stocate și ampenajele. Fuzelajul se așează în poziție normală pe un suport de lemn cu reazime laterale. Plasarea reazimelor și a suporturilor se face în așa fel, încât să nu permită deformarea organelor în timpul stocării. Părțile metalice se ung bine cu vaselină consistentă (contra coroziunii), iar trompa aparatelor de bord, capota și porțiunile deschise pentru trecerea comenzilor se acoperă cu huse de pânză, ca să nu intre praful.

O întreținere riguroasă și o stocare corectă a materialului previn uzarea lui înainte de vreme, micșorează numărul reparațiilor și contribue la securitatea sborului.

*CAPITOLUL VII*

## TEHNICA SECURITAŢII IN CONSTRUCŢIILE DE PLANOARE [1])

Evitarea accidentelor muncitorilor care lucrează în construcţia planoarelor ca şi în alte sectoare de producţie, constă dintr'o serie de măsuri şi de reguli care trebue respectate cu stricteţă.

In general, la lucrările de tâmplărie şi de mecanică principalele cauze ale accidentelor se referă la :

— mânuirea nepricepută şi neatentă a uneltelor manuale (rindele, dălţi, pile, ferestraie, etc.) ;

— mânuirea unor unelte care prezintă defecte (de exemplu ciocan care iese din coadă, pilă care iese din mâner, etc.) ;

— mânuirea maşinilor nepuse la punct (dereglate, uzate, etc.) ;

— lipsa apărătorilor şi, în general, a dispozitivelor de protecţie la maşini ;

— mânuirea neatentă şi necunoaşterea lucrului la maşini

Evitarea acestor cauze care pot produce accidente se face prin cursuri tehnice obligatorii şi instructaj la locul de muncă al fiecărui muncitor în parte, precum şi prin difuzarea normelor pentru tehnica securităţii şi igiena muncii.

Fiecare muncitor este obligat să urmărească buna stare şi funcţionarea uneltelor sale manuale şi să ţină seamă de măsurile personale de protecţie ce urmează să ia în cazul tăieturilor, loviturilor, etc.

Mânerele ciocanelor, dălţilor, pilelor, trebue să fie făcute din lemn de esenţă tare şi prelucrate neted, având uneltele

[1]) Vezi :
— Protecţia muncii în industria produselor finite de lemn — M.I.L.H.C. Editura tehnică 1952.
— Norme pentru tehnica securităţii şi igiena muncii
— M.I.L.H.C. şi Uniunea sindicatelor lemn forestier. Editura Tehnică 1952.



fixate bine în mânere. Cozile ciocanelor se vor impăna obligatoriu cu pene de oţel sau de lemn tare.

Uneltele de tăiere trebue ascuţite regulat. In acest scop se folosesc polisorul, tocila şi pietrele plane de ascuţit, etc. Piatra de polisor şi de tocilă are marcat pe ea numărul maxim de rotaţii la care poate fi folosită. Acest număr de rotaţii pe minut nu trebue depăşit în niciun caz, pentrucă piatra se poate sparge producând accidente grave. Montarea pietrei pe axul maşinii se face cu atenţie fără a o forţa, pentru a nu-i produce plesnituri. Polisorul şi tocila vor trebui să aibă o apărătoare metalică, iar muncitorul care execută ascuţirea, este obligat să poarte ochelari de protecţie.

La tăierea cu ferestrăul, materialul trebue să fie înţepenit bine, fie în tejghea, fie în suporturi fixe. Tăierea pe genunchi nu este admisă, ea putând provoca accidente.

Unele lucrări, cum sunt, de exemplu, găurirea, şlefuirea, aspirarea prafului se fac cu maşini electrice manuale. La aceste lucrări trebue respectate întocmai instructajele speciale privind mânuirea maşinilor electrice. Inainte de începerea lucrului se va controla funcţionarea conducţelor de alimentare şi contactul cu pământul. Conducta electrică trebue să fie protejată pe toată lungimea ei cu un tub de cauciuc prevăzut în dreptul mânerului cu o spirală de sârmă de oţel. Este interzisă folosirea conductelor cu noduri şi cu părţi neizolate sau cu legături provizorii.

Inainte de a începe operaţia, se verifică starea maşinii cum şi mersul ei regulat ; această verificare se face lăsând maşina să meargă în gol. In timpul lucrului, maşina nu trebue forţată. După terminarea operaţiei se întrerupe contactul şi se scoate priza din reţea ; maşina se curăţă de talaş şi de rumeguş, iar cablul se înfăşoară în formă de colac.

La aparatul de sudură cu gaze se va permite lucrul numai muncitorilor care cunosc utilizarea lui. Sudorul şi ajutorul sunt obligaţi să cunoască instrucţiunile de manipulare şi tehnica securităţii la aparatul respectiv. Ei vor lucra totdeauna cu ochelari de sudură şi cu şorţ de piele. La aceste aparate se vor lua măsuri ca racordurile de cauciuc să fie întregi, tubul de oxigen să fie prevăzut cu manometre de presiune etalonate. Generatorul de acetilenă se controlează dacă nu are scăpări de gaze sau defecte de funcţionare. Este interzis să se ungă cu ulei filetul tubului de oxigen şi în general conductele de oxigen, fiind pericol de explozie. Deasemenea, este interzis să se umble cu foc în jurul generatorului de acetilenă. După terminarea lucrului se închid bine robinetele, atât ale tubului

de oxigen, cât şi ale generatorului de acetilenă; racordurile de cauciuc se vor strânge colac, iar pistolul se va pune în cutia trusei.

La maşinile de prelucrat lemnul şi metalele nu poate lucra nimeni fără a cunoaşte instrucţiunile de manipulare, cum şi instructajul de tehnică a securităţii. Prima cerinţă este ca fiecare maşină să fie înzestrată cu un dispozitiv care să permită oprirea ei instantanee. Acest dispozitiv (contact electric sau pârghie mecanică de oprire şi pornire), va fi astfel aşezat, încât muncitorul să poată opri motorul fără să se mişte dela locul lui de muncă.

Toate părţile rotative de transmisie (angrenaje, curele, valţuri) ale maşinilor vor fi acoperite. Părţile exterioare de tăiere vor fi înzestrate cu amenajări de protecţie care să evite pe cât posibil atingerea lor cu mâna de către muncitori. Este interzisă curăţirea părţilor lucrătoare (pânze, valţuri, capete de freză etc.), în timpul mersului maşinii. Deasemenea, este interzisă reglarea sistemului de lucru în timpul mersului. Pentru evitarea vibraţiilor maşinii, se vor centra şi echilibra părţile rotative. In general, muncitorii care lucrează la maşini nu au voie să poarte haine lungi (halate, şorţuri) care ar putea fi prinse între angrenaje sau agăţate de părţile rotative.

Regulile tehnicei securităţii muncii trebue să fie cunoscute de toţi muncitorii care lucrează la maşini. In acest scop, pentru fiecare maşină în parte, în funcţie de tipul ei, se va face instructajul necesar.

In atelierul de vopsire şi de impregnare a planoarelor, protecţia muncii impune o atenţie deosebită. Lacurile pentru vopsire şi impregnare au la bază nitroceluloza, un preparat volatil, foarte uşor inflamabil şi otrăvitor. In aceste ateliere se prevede încălzirea indirectă cu calorifere; fumatul este strict oprit. Contra otrăvirii cu gazele nitrice provenite fie dela suflarea cu Duco, fie dela aviatinul de impregnare, atelierul va fi prevăzut cu instalaţii de aerisire în partea de jos, deoarece gazele nitrice sunt mai grele decât aerul. Sistemul folosit în U.R.S.S. prevede grătare în podea, având conducte de aerisire cuplate la un exhaustor. Preventiv, contra intoxicării, fiecare dintre aceşti vopsitori primeşte câte 1 kg de lapte pe zi.

Cunoaşterea şi respectarea tuturor regulilor de protecţie a muncii constitue o sarcină de bază, atât pentru muncitori, cât şi pentru maiştri şi tehnicieni. Prevenind şi evitând accidentele, pe lângă faptul că muncitorii sunt scutiţi de suferinţe inutile, se păstrează în acelaşi timp capacitatea întreagă de producţie a atelierului, necesară îndeplinirii şi depăşirii planului.



Pentru securitatea piloţilor s'au arătat la fiecare capitol în parte amenajamentele speciale cu care este înzestrat planorul (chingi, capitonaje etc.). Deasemenea, s'au arătat şi principiile de construcţie pentru a obţine un minim de şoc în caz de accidente.

Este însă bine să se repete necontenit că viaţa pilotului este legată direct de calitatea lucrului muncitorilor. Aceasta înseamnă că atât materialul, cât şi manopera, trebue să fie fără defecte. Neglijenţa şi superficialitatea de care ar da dovadă organele însărcinate cu controlul de fabricaţie al pieselor simple, al ansamblurilor, cum şi al întregului aparat de sbor sunt fapte ce nu se pot tolera în acest gen de construcţie, ele fiind pedepsite de lege.

In vederea prevenirii oricărei abateri, fiecare planor ieşit din fabricaţie are o fişă în care fiecare muncitor responsabil semnează împreună cu controlul de producţie şi răspunde de exactitatea şi de calitatea operaţiei executate. Fiecare piesă controlată va purta stampila de recepţie, cu data când a fost executată. Materialele de construcţie sunt verificate şi recepţionate fiecare în parte. Orice înlocuire de material sau orice modificare de construcţie nu sunt admise decât cu aprobarea scrisă a forurilor tehnice de aviaţie. Fiecare planor care iese din fabricaţie este recepţionat tehnic şi în sbor, întâi de către fabrica constructoare şi apoi de organele aviatice. Scopul acestor recepţii este să se verifice, din toate punctele de vedere calităţile aparatului pentru ca odată dat în folosinţă, să fie prevenită posibilitatea unei eventuale accidentări provocate din cauze de fabricaţie. Probele la care este supus planorul sunt prevăzute în caietul de sarcini respectiv şi se execută întocmai. La aceste sboruri trebue atinsă viteza maximă admisă. Se verifică deasemenea maniabilitatea şi stabilitatea în jurul celor trei axe şi comportarea planorului în cadrul diferitelor evoluţii normale şi aerobatice.

Tot pentru securitatea piloţilor nu este admis la sbor niciun tip de planor nou construit, până când calculele aerodinamice, statice şi desenele de construcţie nu sunt verificate şi aprobate de forurile tehnice ale aviaţiei.

## BIBLIOGRAFIE


*Sulşenco M. N.*: „Construcţia avioanelor", Oboronghiz, Moscova, 1949.

*Popov V. A.*: „Bazele tehnice ale aviaţiei", Oboronghiz, Moscova 1946.

*Ardanschi A. S.*: „Tâmplăria de construcţii", Editura Tehnică, Bucureşti, 1950.

*Andreev N. V.*: „Materiale nemetalice" Oboronghiz, Moscova, 1949.

Reviste: Tehnica Flotei aeriene—Moscova; Tehnică pentru tineret—Moscova; Sborul—Budapesta; Aviaţia Sportivă—Bucureşti.


## TABLA DE MATERII


Pag.

Introducere . . . . . 3

*Capitolul I*

**Noţiuni generale despre sbor şi rezistenţa materialelor folosite în construcţia planoarelor** . . . . . 7

*A.* Noţiuni de fizică şi mecanică a sborului . . . . . 7

*a*) Sborul şi aparatele de sburat . . . . . 7
*b*) Planorul şi părţile lui componente . . . . . 8
*c*) Noţiuni elementare de mecanică . . . . . 15
*d*) Rezistenţa aerului şi mecanica sborului . . . . . 22
*e*) Sborul . . . . . 40

*B.* Noţiuni de rezistenţa materialelor . . . . . 43

*a*) Proprietăţi mecanice ale materialelor . . . . . 43
*b*) Aparat pentru probe de rezistenţă a materialelor . . . . . 45
*c*) Tracţiune sau întindere . . . . . 47
*d*) Compresiune sau apăsare . . . . . 49
*e*) Rezistenţa la încovoiere . . . . . 50
*f*) Rezistenţa la flambaj . . . . . 55
*g*) Răsucire sau torsionare . . . . . 56
*h*) Rezistenţa la forfecare . . . . . 57

*Capitolul II*

**Tehnologia materialelor utilizate în construcţia planoarelor** . . . . . 59

*A.* Lemnul . . . . . 60

*a*) Răşinoasele . . . . . 61
*b*) Foioasele . . . . . 62
*c*) Debitarea lemnului . . . . . 62
*d*) Înfăţişarea exterioară a lemnului de rezonanţă . . . . . 63
*e*) Proprietăţile fizice ale lemnului de rezonanţă . . . . . 65
*f*) Proprietăţile mecanice ale lemnului utilizat în construcţia planoarelor . . . . . 66
*g*) Tăierea lemnului la dimensiunile corespunzătoare pentru construcţie . . . . . 67
*h*) Placajul . . . . . 69

*B.* Alte materiale diferite . . . . . 70
*a*) Cleiul . . . . . 70
*b*) Oţeluri şi alte materiale . . . . . 72

*C.* Prelucrarea materialelor . . . . . 81
*a*) Incleirile . . . . . 81
*b*) Legarea sârmelor şi cablurilor de oţel . . . . . 88
*c*) Sudarea metalelor . . . . . 91
*d*) Construirea şi ajustarea ferurilor . . . . . 93
*e*) Feruri de duralumin . . . . . 95
*f*) Lagăre . . . . . 96
*g*) Montarea ferurilor . . . . . 96
*h*) Prelucrarea materialelor plastice . . . . . 98
*i*) Impânzirea . . . . . 100
*j*) Vopsirea şi lăcuirea . . . . . 102
*k*) Utilajul de atelier, maşini, unelte, scule . . . . . 104

*Capitolul III*

**Desenul tehnic şi utilizarea lui în construcţia de planoare** . . . . . 108

*Capitolul IV*

**Construcţia pieselor şi asamblarea elementelor principale ale planorului** . 115

*A.* Construcţia pieselor . . . . . 115
*a*) Construcţia longeroanelor . . . . . 115
*b*) Construcţia nervurilor . . . . . 128
*c*) Construcţia panourilor . . . . . 138
*d*) Pârghii de comandă şi piese curbate . . . . . 141

*B.* Asamblarea elementelor principale ale planorului . . . . . 143
*a*) Montarea aripei . . . . . 143
*b*) Montarea ampenajelor . . . . . 162
*c*) Construcţia şi montarea fuzelajului . . . . . 163
*d*) Planşa aparatelor de bord . . . . . 179

*Capitolul V*

**Montarea generală şi reglarea planorului** . . . . . 184

*a*) Montarea de probă . . . . . 184
*b*) Montarea comenzilor . . . . . 189
*c*) Reglarea . . . . . 192
*d*) Centrarea . . . . . 197

*Capitolul VI*

**Întreţinere, reparaţii şi stocare** . . . . . 200

*Capitolul VII*

**Tehnica securităţii în construcţiile de planoare** . . . . . 204

Bibliografie . . . . . 209



Tehnoredactor: Pantazlanu N.
Corector resp.: Weber Gh.

*Dat la cules 10.I.1953. Bun de tipar 12.III.1953. Hârtie Velină sat. 61×86/16. 63 g/m². Coli editoriale 13,46. Coli tipar 12,75. Preţul unui exemplar lei 18,95, legat 1/4 până la 14,15. Comanda 1165.—A. 664/1953.*
*Pentru bibliotecile mici, indicele de clasificare 629*
*Pentru bibliotecile mari, indicele de clasificare 629.135.1*

Tiparul executat la Întreprinderea Poligrafică Nr. 3,
Bucureşti, B-dul 6 Martie Nr. 29. — R. P. R.